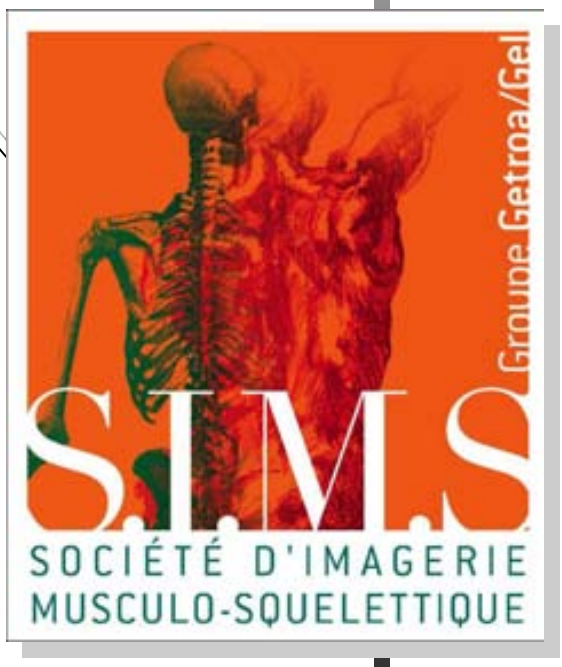
GEL CONTACT

Revue de la Société d'Imagerie Musculo-Squelettique

n° 18



juin 2009

S.I.M.S
SOCIÉTÉ D'IMAGERIE MUSCULO-SQUELETTIQUE
Groupe Getroa/Gefi

Comité de rédaction :
J. Adolphe
L. Court
B. Godoc
D Fantino
D. Jacob
T. Moser

SIMS :

Président :
D. Godefroy
Vice-Président :
S. Bianchi
Secrétaire Général :
J-L. Drapé
Secrétaires adjoints :
N. Sans
H. Bard
Trésorière :
V. Vuillemin
Membres du CA :
B. Augereau
A. Blum
J-L Brasseur
A. Cotten
X. Demondion
F. Lecouvet
R. Nizard
P. Peetrons
M. Simonati
T. Tavernier
B. Vande Berg
M. Wybier

Site internet :
www.sims-asso.org

SOMMAIRE

Editorial 4

La cheville :

Echoanatomie : guide de survie : B Bordet 5
Echographie de l'entorse fraîche et des lésions ligamentaires chroniques : J Borne, N Boutry 6
Echographie du tendon calcanéen : JL Brasseur 14
Echographie de l'aponévrose plantaire superficielle : JL Brasseur 19
Tendons et retinacula : D Jacob, M Cohen 22
Les conflits de la cheville : G Morvan 28
Echographie des nerfs de la cheville : D Fantino 31
Limites de l'échographie et place des autres techniques d'imagerie en coupes : R Campagna 39

Analyse bibliographique : L Court, D Montagnon 46

Le glossaire de Shakespeare : J Adolphe 52

Cas clinique : J Adolphe 53

Annonces 55

Editorial

Merci...

C'est en reprenant le flambeau que l'on se rend compte du travail réalisé par nos prédécesseurs... Encore un grand merci à Michel Cohen, Denis Jacob et Agnès Lhoste-Trouilloud pour leur travail. Un grand merci également au bureau de la SIMS et notamment à son Secrétaire Général, Jean-Luc Drapé pour leur confiance.

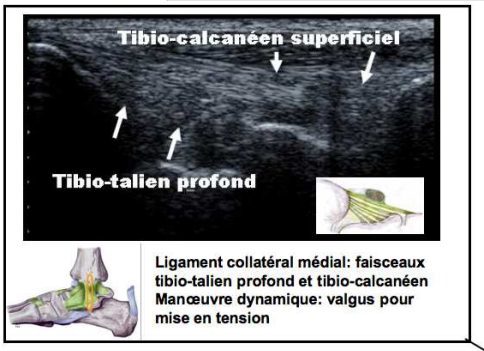
Le dossier monothématique de ce numéro 18 est consacré à la cheville. Mais attention, comme le disait notre maître parisien, ce virus est hautement contagieux en ces périodes de pandémie…et nous l'avons attrapé, vous avez encore le choix.
L'anatomie de la cheville peut paraître complexe et difficile à retenir. Les schémas de Bertrand Bordet permettent de s'y retrouver. Pour chaque structure ligamentaire, des manœuvres dynamiques spécifiques permettant de mettre en tension les ligaments sont décrites.
La pathologie ligamentaire au stade aigu comme au stade chronique représente une indication fréquente d'échographie après les clichés simples. Julien Borne et Nathalie Boutry décrivent la sémiologie échographique des lésions ligamentaires mais également des lésions associées. Les bonnes indications et les limites de l'échographies sont décrites.
La pathologie de l'appareil suro-achilléo-plantaire est fréquente et l'échographie est le plus souvent suffisante. Jean-Louis Brasseur nous décrit les différentes pathologies rencontrées et leur sémiologie échographique.
Denis Jacob et Michel Cohen s'attaquent à la pathologie tendineuse et rétinaculaire où l'échographie a toute sa place de part son excellente résolution spatiale et son caractère dynamique inégalé.
Les traumatismes et microtraumatismes répétés peuvent être à l'origine de conflits et de syndromes douloureux . Gérard Morvan décrit leur sémiologie échographique, les limites de la technique et définit la place de l'IRM.
La pathologie des nerfs de la cheville est fréquente et souvent méconnue. L'échographie est sûrement aujourd'hui la technique d'imagerie la plus performante pour le diagnostic positif et étiologique. Olivier Fantino décrit l'échoanatomie des nerfs, les différentes étiologies rencontrées et la sémiologie échographique.
Raphael Campagna nous rappelle à l'ordre en nous exposant les limites de l'échographie qu'il faut bien connaître et la place des autres techniques d'imagerie en coupe.
Luc Court et Denis Montagnon nous font une revue bibliographique très complète qui nous permet en quelques minutes d'être informés des dernières nouveautés en échographie musculo-squelletique.
Enfin Jacques Adolphe nous permet de jongler entre l'ancienne et la nouvelle nomenclature anatomique et sa traduction anglaise. Il nous présente également un cas clinique normand d'une pathologie de l'épaule connue mais souvent ignorée par l'échographie. Ceci renforce l'idée des coupes systématiques en rajoutant à tous nos examens d'épaule une coupe passant par l'échancrure spino-glénoïdienne pour ne pas rater ces kystes.

Vous retrouverez sur le site internet de la SIMS les articles de ce numéro et progressivement les numéros précédents du Gel Contact et de nombreuses informations, notamment sur les manifestations scientifiques à venir.

Bonne lecture,

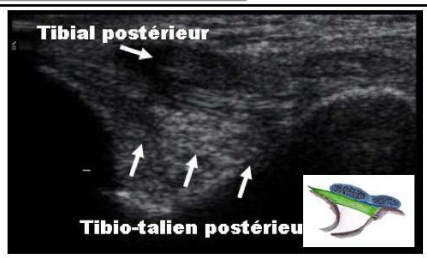
Le comité de rédaction

ECHO-ANATOMIE DE LA CHEVILLE : GUIDE DE SURVIE
B BORDET

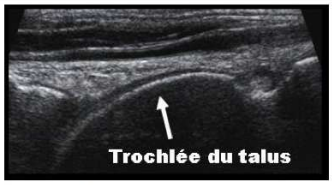


Ligament collatéral médial: faisceaux tibio-talien profond et tibio-calcanéen
Manœuvre dynamique: valgus pour mise en tension

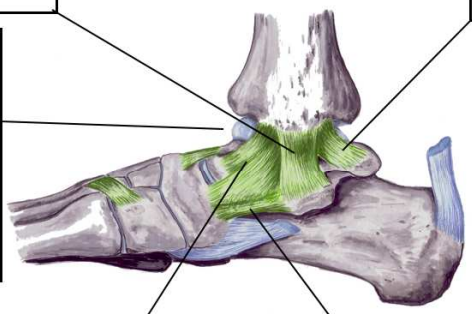
Exploration échographique médiale

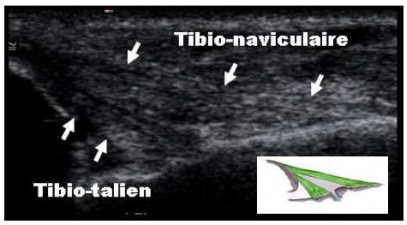


Ligament collatéral médial: faisceau tibio-talien postérieur
Manœuvre dynamique: flexion dorsale pour mise en tension

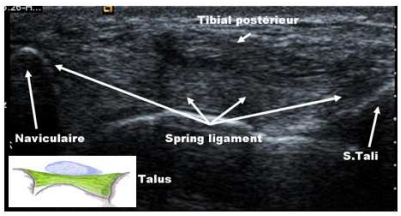


Récessus talo-crural antérieur
Manœuvre dynamique: compression du récessus postérieur

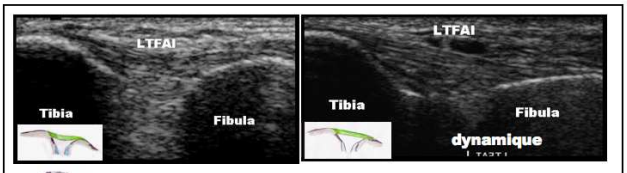




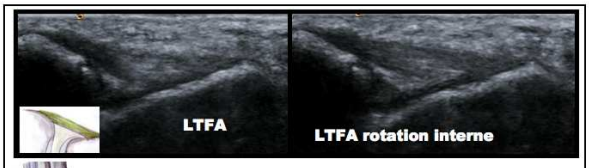
Ligament collatéral médial: faisceaux tibio-naviculaire et tibio-talien antérieur
Manœuvre dynamique: flexion plantaire pour mise en tension



Ligament collatéral médial: spring ligament

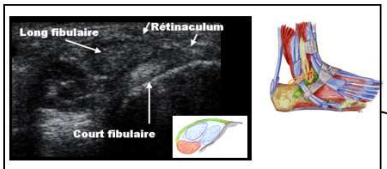


Ligament tibio-fibulaire antéro-inférieur
Manœuvres dynamiques: flexion dorsale, rotation externe talo-crurale ou « squeeze test »

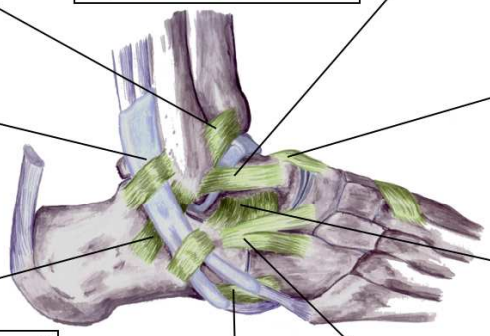


Ligament talo-fibulaire antérieur
Manœuvre dynamique: double rotation (ligament tendu en rotation interne) ou tiroir antérieur.

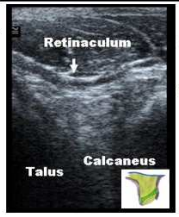
Exploration échographique latérale



Tendons fibulaires
Manœuvre dynamique: éversion contrariée recherche d'une luxation

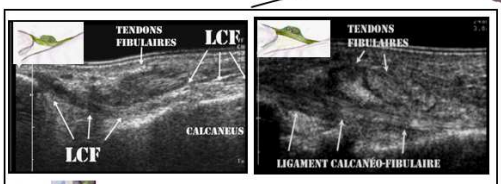


Ligament talo-naviculaire dorsal



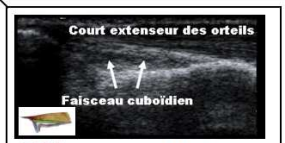
Sinus du tarse

Manœuvre dynamique: Varus permettant d'ouvrir le sinus



Ligament calcanéo-fibulaire
Manœuvre dynamique: flexion dorsale varus

Ligament calcanéo-cuboïdien latéral



Ligament bifurqué faisceau calcanéo-cuboïdien

ECHOGRAPHIE DE L'ENTORSE FRAICHE ET DES LESIONS LIGAMENTAIRES CHRONIQUES

J BORNE, N BOUTRY

1. Pourquoi réaliser une imagerie complémentaire ?

- pour dépister les complications osseuses aigues
- pour affiner au mieux le diagnostic lésionnel initiale, sa gravité et faire le diagnostic des lésions associées pour adapter la prise en charge thérapeutique et limiter à long terme l'apparition de complications chroniques.
- avec un coût le plus réduit possible

5 à 20 % des entorses graves évoluent vers une instabilité et/ou une symptomatologie douloureuse chronique de la cheville. Les séquelles relèvent de causes multiples :
- sous-estimation de la gravité lésionnelle avec traitement non adapté
- méconnaissance initiale des lésions associées
- absence de prise en charge initiale d'une lésion jugée banale par le traumatisé.

2. Que rechercher ?

Un certain nombre de structures anatomiques sont susceptibles d'être lésées avec un risque d'évolution vers une symptomatologie chronique en cas de mauvaise prise en charge initiale. Gérard Morvan regroupe sous le terme de « syndrome du carrefour latéral de la cheville », (équivalent français du « Sprained ankle syndrome » des anglo-saxons), la liste des principales lésions associées et diagnostic différentiel que l'on doit éliminer devant une entorse tibio-fibulo-talienne et une symptomatologie douloureuse chronique de la cheville :
- fracture de la malléole latérale, du processus latéral ou de la trochlée du talus
- avulsion osseuse ligamentaire (chopard++), tendineuse (tubérosité du 5e métatarsien, gouttière cuboïdienne du long fibulaire), rétinaculaire (retinaculum supérieur des fibulaires)
- entorse de la syndesmose tibio-fibulaire
- entorse sous-talienne
- lésion capsulaire et conflit de la gouttière antéro-latérale
- lésion du nerf fibulaire superficiel
- rupture, luxation des tendons fibulaires, lésion du rétinaculum supérieur des fibulaires
- entorse de l'articulation transverse du tarse de Chopart
- lésion du spring ligament

3. Place de l'échographie parmi les examens d'imagerie explorant une cheville traumatique aïgue et douloureuse chronique

3.1 Entorse Fraîche

Le diagnostic de rupture ligamentaire est impossible sur les clichés simples hormis les quelques rares cas où les fractures peuvent orienter, du fait de leur localisation, vers l'arrachement d'une insertion ligamentaire. Les fractures peu déplacées du processus postéro-latéral du talus et des joues taliennes ou du compartiment sous talien sont souvent méconnues par les clichés simples et parfois dépister par l'échographie et leur suspicion doit faire recourir au scanner car le traitement tardif de ces fractures donnent des résultats fonctionnels médiocres.
L'échographie de l'entorse de la cheville peut modifier le type et la durée du traitement dans un nombre significatif de cas par les renseignements morphologiques qu'elle apporte en affirmant au mieux la gravité de l'atteinte ligamentaire et en dépistant les lésions associées.
L'échographie est idéalement réalisée entre le 3ème et le 5 ème jour. Les manœuvres dynamiques indispensables sont alors moins limitées par la contracture antalgique initiale ; le bilan écho-clinique précis permet d'affiner au mieux le protocole thérapeutique.

Indications et non-indications actuelles de l'échographie dans l'entorse fraîche de la cheville :
- pas d'indication : diagnostic clinique certain d'entorse bénigne, fracture sur les clichés simples ou le scanner
- indications possibles : doute clinique de rupture d'un faisceau ligamentaire, douleurs osseuses à la palpation avec radiographies normales, entorse fraîche sur antécédents d'entorses multiples, terrain médico-légal particulier (refus du traitement, discordance signes cliniques/plainte du patient, accident du travail)
- bonnes indications : sportif professionnel, signes cliniques immédiats de gravité, doute clinique sur l'existence de deux ruptures ligamentaires (LTFA et LCF), mauvaise évolution à trois semaines, suspicion de lésions associées modifiant le traitement (syndesmose+++)

Compte tenu du caractère exceptionnel des indications chirurgicales de l'entorse fraîche des ligaments de la cheville, l'arthro-scanner, l'IRM ou l'arthro-IRM n'ont pas d'indication en première intention.

3.2 Entorse au stade chronique

Le bilan d'imagerie commence toujours par des clichés simples en charge qui analysent la statique, recherche des arrachements osseux ligamentaires sous les deux malléoles, la présence de corps étrangers intra-articulaire, une lésion ostéo-chondrale du dôme talien et une évolution arthrosique du compartiment talo-crural. On réalise ensuite un bilan radiographique dynamique si possible automatisé en varus forcé et en tiroir antérieur qui peut permettre de confirmer la laxité et sera utile en post-opératoire pour objectiver la correction de cette laxité ; ce bilan n'a de valeur que s'il est positif du fait de sa faible sensibilité.

L'échographie haute résolution avec manœuvres dynamiques couplées au doppler de puissance permet d'effectuer un bon bilan des lésions ligamentaires et complète idéalement les clichés simples en déterminant dans la plupart des cas les causes d'une symptomatologie douloureuse chronique et/ou de la laxité chronique.

Si le couple clichés simples-échographie est le plus souvent suffisant, il peut par contre être pris en défaut pour la pathologie ostéochondrale et osseuse, le diagnostic des corps étrangers intra-articulaire, et reste insuffisant dans le cadre du bilan pré-chirurgical. Il faut savoir recourir à une imagerie en coupe si le bilan échographique ne retrouve pas de cause évidente à la douleur, en particulier s'il existe un épanchement intra-articulaire. Le dépistage d'un épanchement talo-crural sur une coupe échographique sagittale antérieure est sensibilisé par la compression du récessus postérieur par la main libre de l'opérateur et par la flexion dorsale qui détend le récessus antérieur (fig.1). Sa découverte doit faire suspecter une atteinte ostéochondrale notamment du dôme talien et des joues taliennes.

Figure 1 : le dépistage d'un épanchement talo-crural (flèche blanche) sur une coupe échographique sagittale antérieure est sensibilisé par la compression du récessus postérieur par la main libre de l'opérateur et par la flexion dorsale qui détend le récessus antérieur.

L'arthroscanner sera réalisé en première intention lorsque la symptomatologie articulaire prédomine, notamment quand le bilan radiographique montre une lésion ostéo-chondrale ou des corps étrangers, quand il existe un épanchement talo-crural en échographie ou une indication thérapeutique d'injection intra-articulaire de dérivés cortisoniques.

Lorsqu'il n'y a pas de lésion ostéochondrale ou de corps étrangers sur le bilan radiographique et échographique, une IRM (avec injection IV systématique de Gadolinium selon les équipes) peut être réalisée. L'IRM est plus performante que l'arthroscanner pour le diagnostic des lésions ligamentaires cicatricielles du ligament talo-fibulaire antérieur et surtout du ligament calcanéofibulaire, des tendons fibulaires, du ligament collatéral médial et des lésions de synovite notamment dans la gouttière antéro-latérale. Malgré sa résolution spatiale inférieure à celle du scanner, elle permet de bien dépister les lésions ostéochondrales du dôme talien, d'authentifier les lésions cartilagineuses profondes et surtout la souffrance spongieuse sous-chondrale. L'injection intraveineuse de gadolinium sensibilise le diagnostic des lésions ligamentaires cicatricielles, des lésions ténosynoviales et des conflits dans la gouttière antéro-latérale.

4 Technique échographique d'exploration des ligaments de la cheville

La qualité du matériel utilisé est d'une importance capitale pour réaliser une exploration échographique satisfaisante de la cheville. Il faut utiliser des sondes de haute fréquence à large bande passante et à fréquence variable. Il faut utiliser un matériel d'interposition, de type poche à eau ou des sondes à barrette de petite surface dites « stylo ou en club de golf » proposées par certains constructeurs. L'analyse est réalisée de façon bilatérale et comparative et comprend toujours des manoeuvres dynamiques qui permettent la mise en tension ligamentaire et de différencier les ruptures ligamentaires des distensions simples. L'examen échographique est idéalement réalisé entre le 3é et 5e jour afin que les manoeuvres dynamiques ne soient pas limitées par la contracture antalgique.

Le protocole exploration d'une cheville traumatisée doit être standardisé, rigoureux, et reproductible et doit obtenir pour chaque

structure analysée dans une position donnée des coupes échographiques dites de références qui doivent être correctement orientées et légendées. Il est indispensable de connaître la sémiologie normale et d'effectuer une analyse comparative. Un ligament normal a une structure échographique fibrillaire, des bords parallèles sous forme d'une ligne échogène et des contours réguliers. La ligne hyperéchogène de la corticale osseuse doit être régulière en zone d'insertion ligamentaire. Les manoeuvres dynamiques doivent permettre une mise en tension satisfaisante et non douloureuse du ligament.

- Ligament talo-fibulaire antérieur : la sonde est placée dans l'axe du ligament pour obtenir une coupe longitudinale, et perpendiculairement pour obtenir une coupe coronale. Ce ligament est exploré pied en varus. Les manoeuvres de tiroir antérieur et rotation interne sont systématiques et sensibilisent le dépistage de rupture.

- **Ligament calcanéo-fibulaire** : ce ligament s'explore en décubitus latéral. Le pied doit être dans le vide en dehors de la table pour exercer des manoeuvres dynamiques de flexion dorsale et de varus avec la main libre de l'opérateur. En flexion dorsale forcée couplée à un varus le ligament se tend, devient rectiligne et refoule en dehors les tendons fibulaires, réalisant l'aspect classique de « hamac des tendons fibulaires ».

- La syndesmose tibio-fibulaire inférieure est étudiée en coupe longitudinale oblique antérieur (angle d'environ 35° par rapport à l'horizontale) en bas et en dehors pour le ligament tibio-fibulaire antéro-inférieur (LTFAI). Le ligament tibio fibulaire postéro-inférieur (LTFPI) n'est que partiellement visible mais moins souvent touché. Il s'étudie sur une coupe horizontale postérieur en regard de l'espace inter tibio-fibulaire postérieur. Il est impératif de réaliser des manoeuvres dynamiques bilatérales et comparatives en flexion dorsale, en rotation externe/interne et/ou de « squeez test » (compression inter tibio fibulaire au niveau du tiers inférieur de la jambe) qui mettent en tension ce ligament.

- Ligament collatéral médial : il est essentiellement étudié sur des coupes de grand axe coronal parallèles au plan ligamentaire pied en valgus avec des manoeuvres de flexion dorsale. On notera que le plan profond apparaît physiologiquement fibrillaire et échogène du fait de travées graisseuses intra-ligamentaire. Le plan superficiel deltoïdien est fin, échogène et fibrillaire. Il comprend quatre faisceaux qu'il n'est pas toujours facile de distinguer ; le ligament tibio-calcanéen est facilement repérable et tendu de la malléole médiale au sustentaculum-tali.

- Le Spring ligament : appelé aussi ligament calcanéo-naviculaire plantaire, il s'explore en positionnant la sonde parallèlement à la portion distale du tendon tibial postérieur avant son insertion sur l'os naviculaire : le ligament comble l'espace séparant le tendon de la corticale de la joue médiale du talus.

- **Sinus du tarse** : on apprécie l'hyperéchogènicité graisseuse physiologique sur une coupe coronale en regard de son orifice externe. Les ligaments interosseux talo-calcanéen sont difficilement analysables en échographie. Les faisceaux superficiel et parfois intermédiaire du retinaculum inférieur des extenseurs qui ferme l'orifice externe du sinus du tarse sont visibles sous forme d'une fine bande hyperéchogène.

- **Ligaments du complexe de Chopart** : on réalise des coupes longitudinales parallèles au grand axe des ligaments talo-naviculaire dorsal, calcanéo-cuboïdien latéral et aux deux faisceaux du ligament bifurqué.

5 Aspects pathologiques des ligaments de la cheville

5.1 Atteinte du Ligament collatérale latéral

L'entorse fraîche du ligament collatéral latéral fait l'objet de plusieurs classifications lésionnelles reposant sur les données de l'imagerie. L'essentiel est d'avoir un discours commun avec les cliniciens prescripteurs et d'utiliser une classification commune. Quelle que soit la classification utilisée l'échographie doit rapporter clairement la gravité de l'atteinte ligamentaire des faisceaux antérieur (LTFA) et moyen (LCF) du ligament collatéral latéral et dépister s'il existe ou non des lésions dites associées en précisant l'état du plan ligamentaire médial, du compartiment sous-talien, de la syndesmose tibio-fibulaire et du complexe de chopard. Le faisceau postérieur (LTFP) est quasi inexplorable en échographie du fait des reliefs osseux mais son atteinte est exceptionnelle et survient dans les entorses graves atteignant les 2 autres faisceaux.

Gérard Brasseur et Jean-Louis Morvan proposent pour décrire les atteintes du ligament collatéral latéral un stade lésionnel supplémentaire par rapport aux Anglo-saxons qui ne distinguent que trois stades lésionnels ligamentaires (normal, infiltré et rompu).

- Grade I : Atteinte bénigne :
L'étirement modéré du ligament n'entraîne qu'une infiltration ligamentaire. Celui-ci apparaît hypo-échogène et épaissi. L'infiltration ligamentaire peut être partielle, au niveau d'une de ses insertions ou totale (fig.2 et 3).

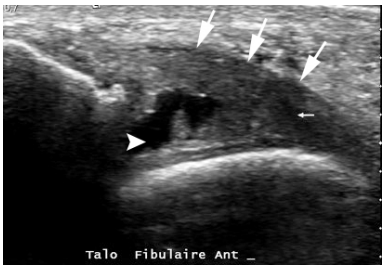


Figure 2 : coupe échographique longitudinale du LTFA qui présente un épaississement majeur mais reste continu (grandes flèches blanches), une infiltration hypoéchogène diffuse prédominant au niveau des fibres distales (petite flèche blanche) avec épanchement talocrural au contact de sa face profonde (tête de flèche blanche).

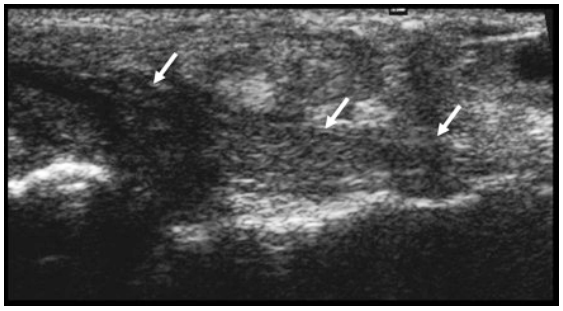


Figure 3 : coupe échographique longitudinale du LCF qui présente un épaississement diffus mais reste continu (flèches blanches), avec infiltration hypoéchogène proximale.

Le ligament conserve sa rectitude et sa continuité.
- Grade II : Rupture partielle : Interruption partielle des fibres ligamentaires ou désinsertion partielle du ligament (fig.4 et 5). La désinsertion partielle peut s'accompagner d'un arrachement périosté lamellaire parfois non visible sur les clichés simples (fig.6). Le ligament apparaît hypoéchogène mais conserve une tension satisfaisante et le caractère rectiligne et tendu persiste lors de la mise en tension par des mœuvres dynamiques. Les arrachements périostés lamellaires doivent être bien

Figure 4 : coupe échographique longitudinale du LTFA qui présente un amincissement focal avec interruption partielle de ses fibres ligamentaires (flèches blanches) mais reste continu.

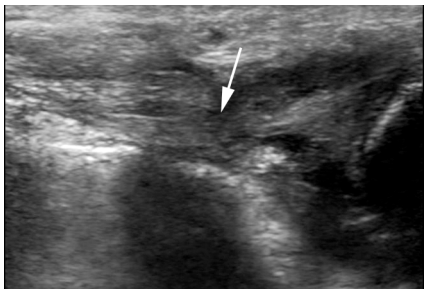


Figure 5 : coupe échographique longitudinale du LCF qui présente un amincissement focal avec interruption partielle de ses fibres ligamentaires (flèche blanche) mais reste continu.

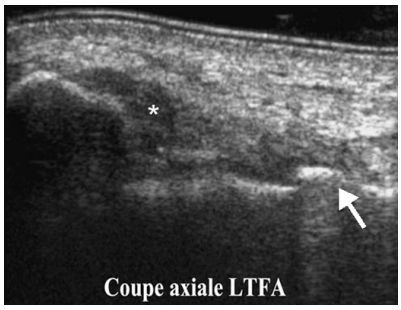


Figure 6 : coupe échographique longitudinale du LTFA qui présente une infiltration hypoéchogène de son insertion proximale (astérisque blanc) et un équivalent de désinsertion partielle distale de type décollement périosté-lamellaire (flèche blanche).

différenciés des ossifications séquellaires intra-ligamentaires fréquemment observées chez les sportifs ayant présenté des atteintes itératives.
- Grade III : Rupture complète :
Interruption complète du ligament dans sa partie centrale ou désinsertion d'une de ses extrémités (fig.7) avec perte du caractère rectiligne et absence de mise en tension du ligament sur les épreuves dynamiques. Il existe en général un passage trans-ligamentaire de l'épanchement et les deux versants du ligament apparaissent ainsi soulignés par une plage hypo-échogène (fig.8).

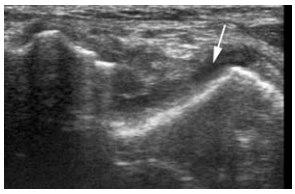


Figure 7 : coupe échographique longitudinale du LTFA qui présente une rupture complète par désinsertion talienne distale (flèche blanche).

Figure 8 : coupe échographique longitudinale du LCF qui présente une rupture complète par désinsertion fibulaire proximale (petite flèche blanche) avec visualisation du moignon distal contre la face latérale du calcaneus (grande flèche blanche).

- Grade IV : Arrachement osseux d'une des insertions du ligament :
Les stades III et IV peuvent être regroupés sur le plan anatomo-pathologique en rupture (fig.9). Les anglo-saxons regroupent les stades I et II en un seul stade correspondant à une atteinte du ligament sans rupture.

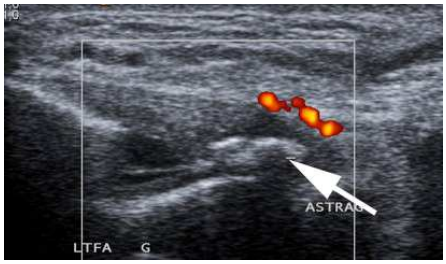


Figure 9 : coupe échographique longitudinale du LTFA qui présente un équivalent de rupture complète par arrachement osseux de son insertion talienne distale (flèche blanche) avec infiltration hypoéchogène et hyperhémie en doppler de puissance en regard.

La classification lésionnelle échographique utilisée par Michel Cohen pour évaluer la gravité de l'entorse est :
- Stade I : infiltration du LTFA et/ou du LCF sans rupture ligamentaire
- Stade II : rupture d'un faisceau ligamentaire (LTFA)
- Stade III : rupture de 2 faisceaux ligamentaire (LTFA et LCF)
Pour chacun de ces stades, nous avons rajouté des « sous-groupes » a), b) et c) selon la présence ou non de lésions associées : aucune, une, deux et plus.

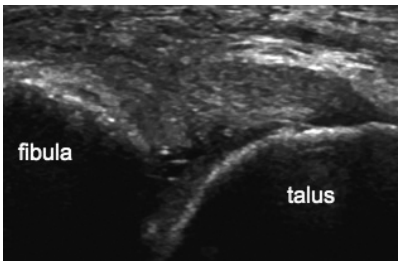


Figure 10 : antécédent d'entorse latérale avec douleur chronique : coupe échographique longitudinale du LTFA qui présente un épaississement diffus majeur témoignant d'une cicatrisation hyperthrophique.

Au stade chronique, le ligament est cicatriciel avec une perte de sa structure fibrillaire. Il peut être épaissi (fig.10) ou aminci voir absent.
Son caractère inflammatoire en doppler de puissance (fig.11) témoigne d'une cicatrisation encore active et peut expliquer des douleurs résiduelles. Les manœuvres dynamiques comparatives peuvent objectiver une laxité. Une fibrose cicatricielle inflammatoire capsulo-ligamentaire peut « entraper » le nerf fibulaire superficiel et expliquer des paresthésies et

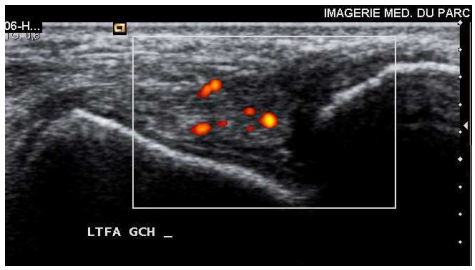


Figure 11 : antécédent d'entorse latérale avec douleur chronique : coupe échographique longitudinale du LTFA qui présente une infiltration hypoéchogène proximale et des plages d'hyperhémie en Doppler puissance en plein corps ligamentaire et à sa face profonde au sain de la gouttière antéro-latérale.

troubles sensitifs du dos du pied.
Le conflit capsulo-ligamentaire antéro-latéral ou "antero-lateral impingement syndrome" des anglo-saxons est une **cause fréquente de douleurs chroniques** pré-malléolaires latérales survenant le plus souvent après un traumatisme en inversion de l'arrière pied. Il peut être la conséquence d'une cicatrisation hypertrophique du ligament talo-fibulaire antérieur à l'origine de lésions de synovite ou d'un tissu fibro-cicatriel qui vient combler la gouttière antéro-latérale. Il peut aussi être la conséquence de nodules chondromateux parfois associés à la fibrose et souvent bien repérables en échographie. Ce conflit est à l'origine d'une symptomatologie douloureuse antéro-latérale, majorées par l'inversion et par la dorsiflexion de l'arrière pied avec limitation douloureuse des amplitudes. L'échographie objective un matériel échogène, hétérogène occupant la gouttière. Ce tissu présente souvent une hyperhémie en doppler puissance du fait de la synovite (fig.12). Cette pathologie peut être traitée par une infiltration écho-guidée de dérivés cortisoniques et parfois relever d'une arthroscopie chirurgicale avec libération de la gouttière par ablation du tissu cicatriciel, de corps étrangers ou résection d'un ligament tibio-fibulaire antéro-inférieur accessoire hypertrophié (ligament de Bassett). L'analyse histologique de ce tissu de comblement qui peut prendre un aspect méniscoïde révèle une hyperplasie synoviale inflammatoire avec souvent des nodules de cartilage hyalin lésé et de la fibrose.

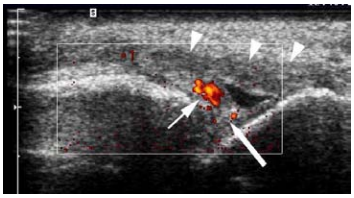


Figure 12 : cicatrisation hyperthrophique du LTFA (têtes de flèches blanches) avec comblement tissulaire échogène de la gouttière antéro-latérale (grande flèche blanche) et hyperhémie inflammatoire en doppler de puissance (petite flèche blanche).

Des ossifications et calcifications ligamentaires peuvent se développer au sein du ligament au cours de la cicatrisation. Ces zones sont parfois entourées d'un halo hypoéchogène et/ou de plage d'hyperhémie en doppler puissance et dans ce cas souvent douloureuses. Des séquelles d'arrachements ostéo-périostés et de décollement périosté-lamellaire ne sont parfois dépistés qu'en échographie et peuvent s'accompagner de remaniements inflammatoires source de douleurs chroniques.

5.2 Lésions ligamentaires associées

- Atteinte du plan médial : le plan profond et plus rarement le plan superficiel du ligament collatéral médial sont fréquemment le siège de « lésions de contre coup par écrasement » entre la malléole médiale et la joue médiale du talus lors des traumatisme en inversion forcée de la cheville. Il apparaît infiltré hypoéchogène (fig.13) et a perdu son caractère graisseux hyperéchogène ; une rupture complète est rare. En doppler de puissance, il est le siège de plages d'hyperhémie inflammatoires plus ou moins étendues (fig14). Cette atteinte peut s'accompagner de lésions osseuses du versant médial du dôme talien ou de la malléole médiale. La persistance de lésions cicatricielles hyperthrophiques et inflammatoires peut engendrer un réel conflit médial à l'origine d'une symptomatologie douloureuse chronique de ce compartiment.

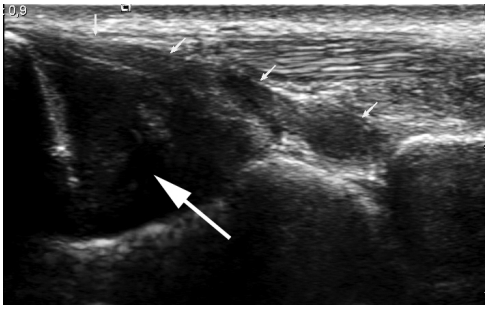


Figure 13 : lésions de contre-coup du plan médial : coupe échographique longitudinale du LCM dont le plan profond apparaît infiltré, hypoéchogène de façon diffuse (grande flèche blanche) et le plan superficiel tibio-calcanéen épaissi et infiltré (petites flèches blanches).

Figure 14 : lésions de conflit médial : coupe échographique longitudinale du LCM dont le plan profond est le siège de plages d'hyperhémie inflammatoires en Doppler de puissance.

- Le spring ligament peut-être lésé de façon isolée (fig.15) lors d'un traumatisme aigu dans un contexte sportif ou de façon associée à une atteinte chronique du tendon tibial postérieur. Cette lésion doit systématiquement être recherchée que ce soit au décours d'un traumatisme aigu ou lors du bilan d'une symptomatologie chronique médiale de l'arrière pied. En effet, la distension, voir la rupture de ce ligament qui participe activement à la stabilité de l'arche médiale de la cheville peut évoluer vers un pied-plat valgus acquis.

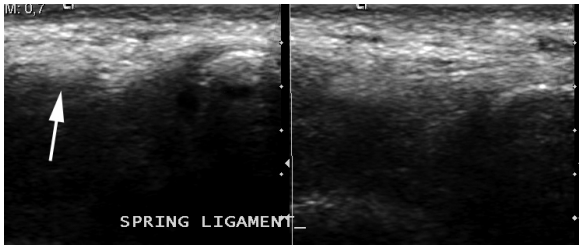


Figure 15 : coupes longitudinales échographiques comparatives du spring ligament montrant une infiltration hypoéchogène focale du côté gauche (flèche blanche) sans perte de la continuité.

- Atteinte sous-talienne : le ligament talo-calcanéen interosseux n'est pas directement visible en échographie car trop profondément situé, il est cependant possible de retrouver des signes indirects de souffrance du compartiment sous-talien à type d'infiltration hypoéchogéne diffuse (fig.16) du sinus du tarse sur la coupe coronale de référence. Il est également possible de visualiser directement un épanchement au sein du sinus du tarse (fig.17). L'atteinte du compartiment sous-talien est très fréquente dans l'instabilité chronique. Elle se traduit aussi par une infiltration hypoéchogène de la graisse du sinus du tarse avec éventuelle hyperhémie en doppler de puissance traduisant une fibrose inflammatoire.

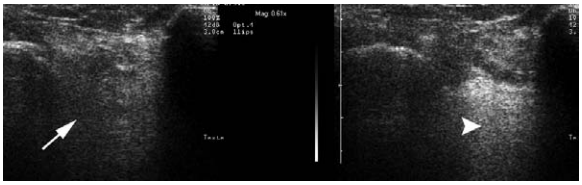


Figure 16: coupes coronales échographiques comparatives du sinus du tarse montrant une infiltration hypoéchogène du sinus à gauche (flèche blanche). A droite, l'environnement graisseux hyperchogène est respecté (tête de

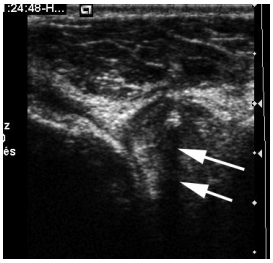


Figure 17 : coupe coronale échographique du sinus du tarse montrant une infiltration liquidienne du sinus (flèches blanches) correspondant à des signes indirects d'entorse sous-talienne.

- Lésion du complexe de chopart : l'étude des ligaments talo-naviculaire dorsal (fig.18-20), calcanéo-cuboïdien latéral (fig.21-22) et des 2 faisceaux du ligament bifurqué (fig.23) de Chopart permet, en se basant sur la sémiologie lésionnelle ligamentaire, de dépister une entorse transverse du tarse associée. Enfin, une fracture de la grande apophyse calcanéenne ou du rostre calcanéen (fig.23), symptomatique de l'arrachement du ligament bifurqué est pathognomonique et n'est parfois dépistée que par l'échographie.

Figure 18 : coupe longitudinale échographique du ligament talo-naviculaire dorsal normal

Figure 19 : entorse du complexe de Chopard : le ligament talo-naviculaire dorsal est épaissi et a perdu son échostructure fibrillaire.

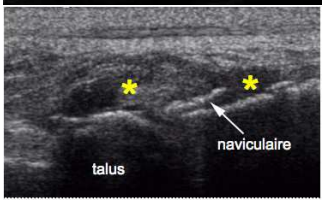


Figure 20 : entorse du complexe de Chopard : le ligament talo-naviculaire dorsal est épaissi et il existe un décollement périosté-lamellaire distal.

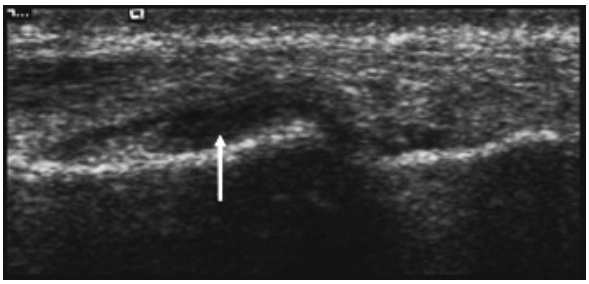


Figure 21 : coupe longitudinale échographique du ligament calcanéo-cuboïdien latéral qui est épaissi et présente une infiltration hypoéchogène diffuse (flèche blanche).

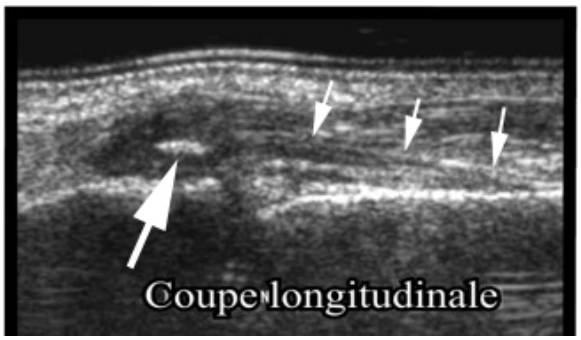


Figure 22 : coupe longitudinale échographique du ligament calcanéo-cuboïdien latéral avec arrachement périosté proximal entouré d'un halo hypoéchogène (grande flèche blanche) alors que le corps et l'insertion distale de ce ligament sont respectées (petites flèches blanches)

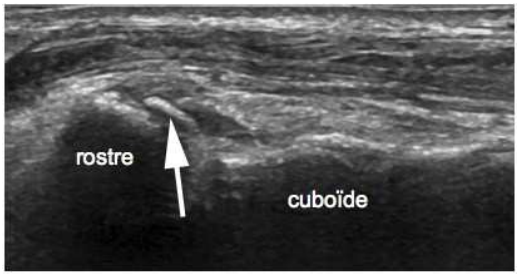


Figure 23 : coupe longitudinale échographique du ligament calcanéo-cuboïdien dorsal : fracture avulsion osseuse du rostre calcanéen pathognomonique d'une entorse du ligament bifurqué de Chopardt

- Entorse de la syndesmose tibio-fibulaire : Cette atteinte est trop souvent méconnue et son association à une lésion du ligament collatéral latéral est probablement sous-estimée à l'origine d'une mauvaise prise en charge thérapeutique initiale, d'un retard de cicatrisation et de douleur chronique invalidantes. Lors du bilan échographique d'une cheville traumatisée ou douloureuse chronique, il faut donc systématiquement la rechercher, d'autant qu'elle nécessite une immobilisation limitant efficacement les mouvements de flexion dorso-plantaire ce qui n'est pas le cas d'une orthèse. Au vu de ce pronostic et de cette prise en charge spécifique, **l'échographie est fondamentale pour dépister cette pathologie** et tous les auteurs reconnaissent son indication unanime lorsqu'on suspecte une atteinte de la syndesmose. La rupture du ligament tibio-fibulaire antéro-inférieure peut être directement visible le plus souvent sous forme d'une solution de continuité liquidienne transligamentaire et plus rarement d'une désinsertion tibiale ou fibulaire. L'appréciation de la distension sans rupture (fig.24) est aussi sensibilisée par les manœuvres dynamiques et par la visualisation de plage d'hyperhémie intra-ligamentaire en doppler de puissance. La mise en évidence d'un diastasis tibio-fibulaire pathologique par rapport au côté sain signe la rupture de la syndesmose

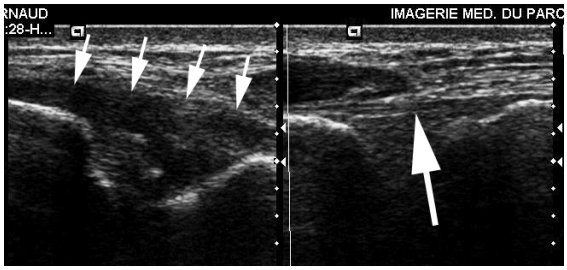


Figure 24 : coupes longitudinales échographiques comparatives du ligament tibio-fibulaire antéro-inférieur montrant un épaississement avec infiltration hypoéchogène diffuse sans perte de la continuité du côté gauche (petites flèches blanches) ; à droite le LTFAI est sain, fin, fibrillaire à contours réguliers.

L'atteinte de la syndesmose n'est parfois dépistée qu'au stade chronique du fait de la mauvaise évolution d'une entorse latérale banale. Le LTFAI apparaît épaissi, dédifférencié hypoéchogène et inflammatoire en Doppler de puissance. Les épreuves dynamiques permettent une meilleure analyse de la distension et de la rupture du LTFAI. Il existe parfois des séquelles d'avulsion (fig.25) et/ou des ossifications cicatricielles intra-ligamentaires bien dépister par l'échographie. Les lésions de fibroses cicatricielles hyperthrophiques peuvent être responsables d'un conflit syndesmotique antérieur en cas d'atteinte du LTFAI (fig.26) et d'un conflit postérieur avec douleur en flexion plantaire en cas de lésion du LTFPI.

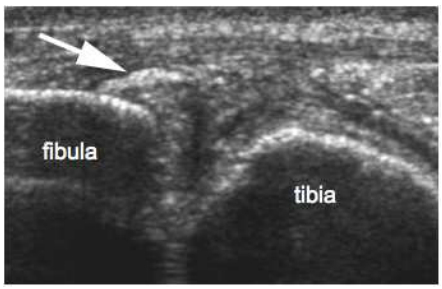


Figure 25 : coupe longitudinale échographique du ligament tibio-fibulaire antéro-inférieur montrant un épaississement avec avulsion osseuse de son insertion fibulaire (flèche blanche).

Figure 26 : coupe longitudinale échographique du ligament tibio-fibulaire antéro-inférieur montrant un épaississement cicatriciel avec comblement tissulaire échogène de la syndesmose, spots en Doppler de puissance (flèche blanche).

Conclusion

L'entorse aigue n'est pas toujours le seul fait de l'atteinte ligamentaire collatéral latéral. C'est un syndrome clinique regroupé sous le terme de **syndrome du carrefour latéral du tarse** où de nombreuses autres structures anatomiques peuvent être lésées. Ces **lésions associées** peuvent relever d'un **traitement spécifique** et lorsqu'elles sont méconnues être à l'origine d'une **symptomatologie chronique**. Les études IRM et échographiques actuelles montrent que ces atteintes associées sont **fréquentes** et **souvent méconnues par l'examen clinique** notamment les atteintes du compartiment sous-talien, du compartiment médial et les impactions trabéculaires du talus.

L'échographie permet une **étude dynamique de la mise en tension ligamentaire et donne avec précision le grade lésionnel de l'entorse. Elle permet aussi de mettre en évidence les lésions dites « associées » à celle du ligament collatéral latéral**. La qualité de cet examen reste très dépendante, à la fois de l'expérience de l'opérateur, et des performances techniques du matériel utilisé.

Toutes les entorses ne doivent pas bénéficier d'une échographie, ses indications doivent être ciblées et adaptées. Cette exploration utilisée à bon escient **pratiquée à 5 jours** permet d'optimiser le traitement initial de l'entorse. Le bénéfice de l'échographie sur l'incidence des complications à long terme reste à évaluer.

Devant une **symptomatologie douloureuse chronique**, **le couple clichés simples-échographie est le plus souvent suffisant**. Il permet d'effectuer un bilan fiable des lésions ligamentaires en déterminant dans la plupart des cas les causes de douleurs persistantes et/ou de la laxité chronique

L'échographie peut révéler des séquelles d'arrachement osseux, de décollement périostélamellaire, d'avulsion ligamentaire ou rétinaculaire sources de douleurs chroniques. Toutefois elle peut méconnaitre une atteinte ostéochondrale et une souffrance spongieuse, des corps étrangers intra-articulaire, et reste de ce fait souvent insuffisante dans le cadre du bilan pré-opératoire.

ECHOGRAPHIE DU TENDON CALCANEEN
JL BRASSEUR

Le tendon calcanéen (tendon d'Achille) est fréquemment étudié en échographie ; on connaît son aspect normal mais aussi sa continuité avec les éléments musculo-aponévrotiques du mollet imposant souvent de remonter fort pour une exploration complète.
Celle-ci comportera l'analyse systématique et comparative de 4 éléments : le corps tendineux, la jonction myotendineuse avec le soléaire, l'enthèse distale et le péritendon. Le plantaire est systématiquement repéré à son versant médial et le nerf sural à son versant latéral.
Le tendon doit être étudié sous tension dans les deux plans, avec angulation de la sonde, afin d'éviter les erreurs consécutives aux artefacts d'anisotropie. Une étude en position détendue doit également être systématiquement réalisée afin de dépister les images de fissures et faire l'étude en Doppler à la recherche d'une vascularisation anormale.
Il ne faut jamais perdre de vue que l'examen échographique est essentiellement topographique et ne permet en revanche que rarement de différencier l'étiologie d'un remaniement. Ainsi, une image de xanthome tendineux est pratiquement similaire à celle d'un nodule survenant dans les suites d'une atteinte mécanique. C'est donc la clinique qui doit différencier ces étiologies, l'échographie n'en faisant souvent qu'un bilan anatomique.

1. Ruptures complètes[1-8]

Interruption complète des fibres tendineuses dans le plan transversal, ce type de lésion fait souvent appel à la spécificité dynamique de l'échographie.
Dans ce cadre des ruptures tendineuses, on évoque toujours en premier lieu les atteintes traumatiques, mais il faut également mentionner celles survenant en dehors du contexte mécanique, en particulier lors des maladies inflammatoires (polyarthrite rhumatoïde [PR], lupus...), voire après prise de fluoroquinolones, ce qui impose d'intégrer l'analyse ultrasonore dans le contexte clinique.
La rupture du tendon calcanéen est théoriquement facile à diagnostiquer cliniquement, mais 30 % des ruptures totales du tendon d'Achille passent inaperçues[5].Quelle que soit sa cause (traumatique, médicamenteuse,...), la rupture se marque à l'échographie dans les cas les plus faciles (rares) par un defect anéchogène séparant les deux berges tendineuses, mais le plus souvent on observe une modification hétérogène de la structure tendineuse (avec disparition de la structure fibrillaire), s'accompagnant d'une perte du parallélisme des bords du tendon et parfois d'une rupture de l'aponévrose péritendineuse. Après quelques jours, le doppler couleur est souvent fort utile en montrant une hyperémie des extrémités tendineuses ainsi plus facilement différenciée de l'hématome et du tissu fibrinonécrotique comblant le defect.
L'affirmation du caractère total de la rupture peut sembler difficile en échographie car les fibrilles sont toutes rompues, mais à des niveaux différents, ce qui occasionne bien des erreurs. C'est l'étude dynamique qui permet ce diagnostic qui est très important pour éviter de sous-estimer la lésion en parlant de rupture incomplète (erreur fréquente de l'échographie).
Les difficultés de l'étude échographique lors de la rupture du tendon d'Achille ont quatre causes principales :
- le siège de la lésion est fréquemment comblé de débris fibrinonécrotiques ;
- la rupture ne comporte pas des berges nettes et des fibres tendineuses résiduelles sont toujours présentes. Le tendon est en fait dilacéré, effiloché et non pas sectionné ;
- le plantaire grêle est souvent très bien visualisé lors de ces ruptures ; il apparaît comme une « corde » fibrillaire et ne doit pas être confondu avec une portion de tendon restant, c'est au contraire un bon signe de rupture complète ;
- les ruptures siégeant à la jonction myotendineuse surviennent parfois de manière progressive, se comportant comme des désinsertions musculoaponévrotiques. Elles sont visualisées plus particulièrement chez le sujet âgé et leur diagnostic clinique est également difficile. La topographie de la rupture par rapport à la jonction doit être bien précisée car ce type de lésion ne peut pas bénéficier d'une suture percutanée.
En connaissant ces écueils, l'échographie est en fait très performante pour diagnostiquer les ruptures complètes du tendon d'Achille et préciser exactement le siège de la rupture en particulier par rapport à la jonction myotendineuse ce qui est important pour choisir la thérapeutique.

Cette technique montre également lors des mouvements de flexion-extension la mobilité des fragments et surtout la réductibilité de la lésion (Fig 1) ce qui peut également être un élément important pour orienter le traitement (chirurgical ou médical).

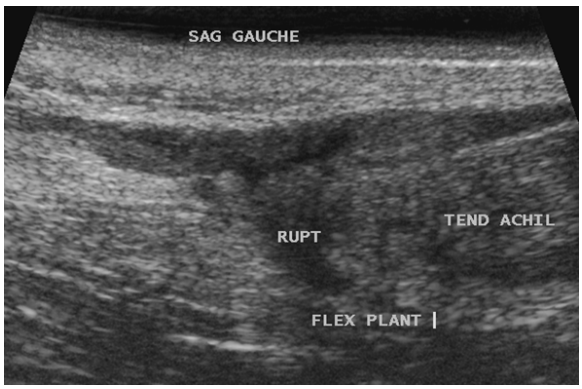


Fig 1 : Rupture du tendon calcanéen en flexion plantaire ; les berges de la rupture sont bien affrontées

2. Ruptures partielles[1]

Même si elles sont très rares au niveau du corps du tendon calcanéen, les ruptures partielles transversales existent, mais se retrouvent essentiellement à sa partie basse au contact de son versant antérieur dans le cadre d'un conflit de Haglund (Fig 2) avec le versant postérosupérieur du calcanéum[1,9].

Pour le reste les ruptures partielles de l'Achille

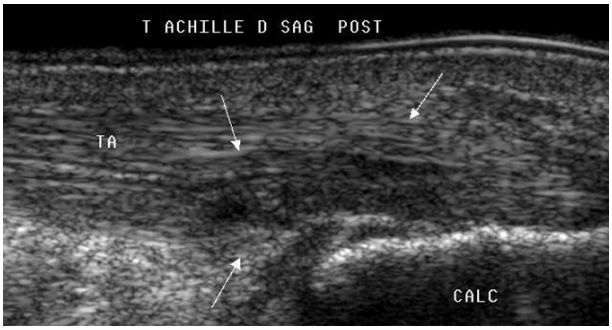


Fig 2 : Rupture partielle ; dilacération des fibres antérieures dans le cadre d'un conflit de Haglund

sont exceptionnelles et à évoquer avec beaucoup de prudence dans un compte-rendu échographique !!!

3 Fissurations tendineuses

Dissection des fibres dans le plan longitudinal, les fissures sont toujours visualisées sous la forme de clivages hypoéchogènes s'accompagnant d'une réaction péritendineuse dans le cas où elles communiquent avec le péritendon (Fig 3). Ces fissurations peuvent également être post-traumatiques et parfois asymptomatiques chez des sujets plus âgés, constituant un aspect dégénératif du tendon.
Il ne faut pas oublier que pour une recherche de fissure et pour ne pas la collaber, le tendon doit toujours être étudié détendu (comme pour l'étude Doppler).

Fig 3 : Coupe axiale d'une fissure intratendineuse avec réaction vasculaire au doppler

4 Tendinopathies [1-4,10-14]

Étant donné l'absence de cellules inflammatoires à l'histologie dans les atteintes du corps tendineux, le suffixe « ite » est impropre et le terme de « tendinite » doit donc être évité. tendinopathie paraît le plus adapté et en fonction de sa présentation échographique, deux formes peuvent être distinguées : la tendinopathie globale entraînant une modification diffuse relativement homogène du tendon et la tendinopathie focale à l'origine de lésions plus localisées. Ces deux types d'atteintes peuvent également coexister [1, 7,10]. Des formes particulières, kystiques ou calcifiées peuvent également être rencontrées.

4.1 Tendinopathies globales

Résultant d'une désorganisation des fibres de collagène, la tendinopathie globale entraîne, en cas d'atteinte mécanique, une tuméfaction fusiforme hypoéchogène du corps tendineux avec perte de l'aspect parallèle de ses bords. Les fibres sont dissociées par une majoration de la substance interfibrillaire globalement plus hypoéchogène en raison de l'augmentation de la capacité hyperosmolaire des protéoglycanes. A noter que l'aspect fusiforme peut se voir chez des patients asymptomatiques et c'est la réaction vasculaire au Doppler qui permet d'affirmer le caractère « actif », symptomatique, de ce remaniement. (Fig 4)

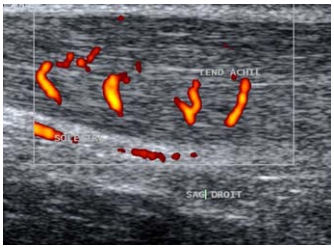


Fig 4 : Tendinopathie globale avec vascularisation réactionnelle traduisant son caractère actif

4.2 Tendinopathies focales

Une microrupture traumatique ou une désorganisation focale de l'architecture des fibres de collagène entraîne leur dissociation et une réaction de régénération qui se manifeste en échographie sous la forme d'un nodule hétérogène, plutôt hypoéchogène au stade évolutif (Fig 5) qui peut devenir hyperéchogène au stade chronique.

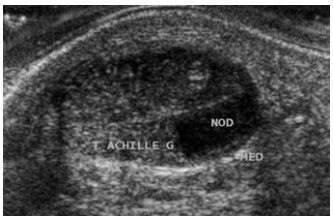


Fig 5 : Tendinopathie focale ; nodule hypoéchogène dans le plan axial

Ce « nodule » est fusiforme dans le plan longitudinal et n'est arrondi que dans le plan axial. Une vascularisation réactionnelle peut s'observer à son niveau ou à sa périphérie au Doppler témoignant de la « réaction » tendineuse de voisinage. Ces vaisseaux accompagnent fréquemment la symptomatologie douloureuse (ce sont des pédicules vasculonerveux) et sont un argument en faveur du caractère évolutif de la lésion ; ils permettent de différencier ces lésions évolutives des zones hypoéchogènes et des aspects hétérogènes du tendon fréquemment retrouvés chez le sujet âgé, et en particulier chez les sportifs [2].

En dehors des atteintes traumatiques, les xanthomes, les lésions consécutives à l'administration de fluoroquinolones et les lésions goutteuses peuvent également être à l'origine de nodules d'aspect similaire en échographie [2,15].

4.3 Calcification et kyste

Des phénomènes de kystisation sous la forme de petites lacunes anéchogènes s'observent lorsque cette réaction de consolidation « échoue » et ne parvient pas à combler le défect.

De même, au stade chronique, des calcifications ou des ossifications hyperéchogènes interrompant l'onde ultrasonore peuvent être visualisées en échographie (elles sont par contre très mal visibles en IRM) ; elles contre-indiquent formellement la réalisation de massages transverses profonds.

5 Enthésopathies

La pathologie de l'enthèse tendineuse correspond à une entité tout à fait spécifique se manifestant à l'échographie par un élargissement hypoéchogène au stade aigu pouvant dans les cas plus graves s'accompagner d'une irrégularité de la corticale d'insertion voire d'une désinsertion partielle. Dans les lésions chroniques, des spicules calcifiés peuvent se retrouver au centre de la lésion alors qu'au stade séquellaire, seuls persistent des spicules calcifiés ou ossifiés sans anomalie des fibres tendineuses de voisinage.

L'atteinte de l'enthèse distale du tendon calcanéen doit être différenciée de celle des autres tendons du pied et de la cheville car trois pathologies différentes s'y retrouvent : les bursites de voisinage, l'enthésopathie et le syndrome de Haglund [16]. Elles peuvent être visualisées séparément mais aussi coexister, compliquant l'analyse des lésions. Ces atteintes sont susceptibles de constituer le premier signe d'une pathologie inflammatoire diffuse (polyarthrite, psoriasis, spondylarthrite...)[2,14-17] ; c'est l'irrégularité de la corticale calcanéenne postérieure et la topographie de la vascularisation réactionnelle (vaisseaux intracorticaux et non périlésionnels) qui orientent vers l'atteinte inflammatoire.

Pouvant s'observer isolément sans pathologie tendineuse associée, les bursites préachilléennes sont visualisées sous la forme d'une zone d'échogénicité variable tapissant le versant postérosupérieur du calcanéus, difficilement individualisable par rapport au tissu graisseux prétendineux. L'épreuve dynamique et le doppler couleur facilitent leur diagnostic souvent difficile. Comme il s'agit d'une véritable atteinte inflammatoire à l'histologie, une infiltration de corticoïdes guidée par échoscopie peut éventuellement être proposée dans ce cas. Toutes les images de bourses préachilléennes ne sont pas pathologiques et une simple distension peut être visualisée en cas de surmenage (après un match de tennis par exemple), leur caractère pathologique ne pouvant s'affirmer que par comparaison au côté opposé, et bien sûr en tenant compte de la clinique.

Au stade aigu, les enthésopathies achilléennes se présentent comme un élargissement hypoéchogène de l'attache tendineuse (Fig 6).

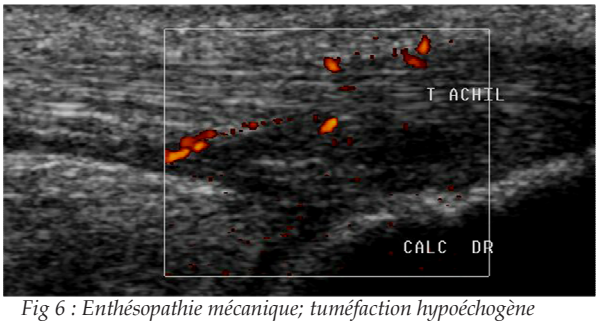


Fig 6 : Enthésopathie mécanique; tuméfaction hypoéchogène s'accompagnant d'une vascularisation à distance de la corticale

Au stade chronique, des calcifications d'insertion rétrocalcanéennes se surajoutent à l'atteinte tendineuse, mais celles-ci peuvent en revanche n'avoir aucune traduction symptomatique et se rencontrent très fréquemment après 50 ans. Ce n'est donc qu'en association à un remaniement hypoéchogène du tendon de voisinage que ces calcifications doivent être considérées comme pathologiques, traduisant l'existence d'une enthésopathie chronique.

Sous le terme de syndrome de Haglund[1,2,16], sont en fait souvent regroupées deux atteintes favorisées par un conflit mais dont l'étiologie et le siège sont différents :
- atteinte rétrotendineuse. Situés en arrière de la grosse tubérosité calcanéenne, les tissus sous-cutanés rétrocalcanéens, ainsi que les bourses rétrotendineuses peuvent entrer en conflit avec le versant postérieur de la chaussure, avec survenue d'un épaississement hypoéchogène (très rarement d'une bursite liquidienne de Bovis). La morphologie du calcanéus et les calcifications parfois hypertrophiques de l'enthèse peuvent favoriser le développement de ces lésions ;
- atteinte prétendineuse = maladie de Haglund. Elle résulte de l'« agression » du versant antérieur du tendon par le coin postérosupérieur du calcanéus. Cette atteinte est favorisée par la variation de la morphologie postérieure du calcanéus et/ou par sa verticalisation excessive. C'est la mesure de l'angle décrit par Chauveaux [18] qui est la plus utile pour quantifier la lésion. La réalisation de clichés standards comparatifs de profil en charge est ici indispensable.
En échographie, on observe dans ces cas un épaississement hypoéchogène du tendon antérieur mais on recherche surtout la présence d'une dilacération focale des fibres tendineuses antérieures (souvent mieux vue en échographie qu'en IRM) pouvant être à l'origine d'une rupture partielle du versant antérieur du tendon. Une infiltration de corticoïdes est contre-indiquée dans ce type de lésion aggravant souvent l'atteinte des fibres tendineuses.

6. Péritendinopathies

Consécutive à des atteintes inflammatoires mais aussi à des phénomènes de surcharge mécanique, de friction, ou à un traumatisme direct, la péritendinopathie se marque par un liseré hypoéchogène péritendineux (Fig 7) pouvant devenir franchement anéchogène si une composante liquidienne (hématique par exemple en post-traumatique) est présente.

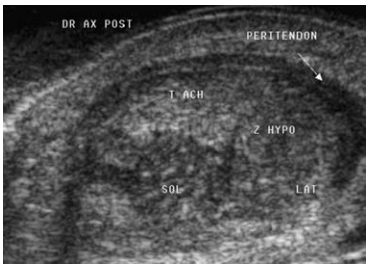


Fig 7 : Epaississement hypoéchogène péritendineux d'une péritendinopathie

On doit distinguer les péritendinopathies (ou paratendinopathie) du tendon calcanéen qui est le seul tendon de la cheville à ne pas présenter de gaine synoviale ; en effet, le tendon d'Achille ne présente pas d'incurvation à l'inverse des autres tendons de la cheville ; il n'existe donc pas de rétinaculum pour le maintenir en place et donc pas de gaine synoviale pour faciliter le glissement sous le rétinaculum. En revanche, au niveau de tous les tendons (avec ou sans synoviale), les atteintes péritendineuses comportent des cellules inflammatoires à l'histologie et ce diagnostic est donc important pour orienter la thérapeutique.
Les péritendinopathies constituent souvent le premier signe échographique d'une hyperutilisation mais elles peuvent aussi résulter d'un mécanisme de friction chronique voire d'une séquelle de contusion.
Au stade chronique, l'atteinte des gaines tendineuses présente l'aspect d'un épaississement hétérogène ; une composante de fibrose parfois sténosante peut apparaître et un déficit de mobilité du tendon doit être recherché par l'épreuve dynamique montrant alors le coulissement saccadé du tendon dans sa gaine, avec parfois présence de zones d'adhérences.

7. Aspects post-opératoires

Après intervention, en particulier lorsque le tendon a été peigné, on observe une hypertrophie, une vascularisation réactionnelle et une hétérogénicité qui constituent l'aspect postopératoire normal. Par contre, la présence de zones anéchogènes intratendineuses persistant plus de 6 mois après l'opération doit être considérée comme pathologique, ainsi que les collections péritendineuses ne diminuant pas au cours du temps et les images d'amincissement focal ou de déhiscence[1-2,6,19]. Une vascularisation focale intense, en particulier au voisinage d'un fil de suture est un élément péjoratif.
L'étude ultrasonore permet donc de confirmer le diagnostic clinique, de préciser le siège exact et la gravité de la lésion, mais aussi grâce

au Doppler couleur, de visualiser la vascularisation réactionnelle du tendon calcanéen permettant de déterminer son stade évolutif.

Bibliographie

1. Brasseur JL. Apport de l'échographie dans l'exploration du pied et de la cheville. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Podologie ; 27-040-A-15, 2002, 10 p.
2. Brasseur JL. Aspects pratiques de l'échographie de la cheville (ligaments et tendons).In : Brasseur JL, Zeitoun-Eiss D, Renoux J, Grenier P, editors. Actualités en échographie de l'appareil locomoteur (tome 2), Montpellier: Sauramps Médical; 2005, p. 9-36.
3. Martinoli C, Bianchi S. Ankle. In : Bianchi S, Martinoli C, editors. Ultrasound of the Musculoskeletal System, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2007, p.773-834.
4. Morvan G, Mathieu P, Busson J, Wybier M. Échographie des tendons et des ligaments du pied et de la cheville. J Radiol 2000;81 (suppl):361-80.
5. Kouvalchouk JF, Hassan E. Pathologie du tendon d'Achille : tendinopathies, ruptures, plaies. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris), Appareil locomoteur, 14-090-A-10, 1999 : 1-12.
6. Renoux J, Zeitoun-Eiss, Brasseur JL. Imagerie des ruptures récentes et anciennes du tendon calcanéen In Catonné Y, Rolland E, Khiami F, Meyer M, editors. Ruptures tendineuses récentes et anciennes du membre inférieur, Montpellier: Sauramps Médical, 2008, p.149-58.
7. Hollenberg GM, Adams MJ, Weinberg EP. Sonographic appearence of nonoperative traeted Achille's tendon ruptures. Skeletal Radiol 2000 ; 29:259-64.
8. Watches GM, Rockett M, Brage M, Sudakoff G. Ultrasonographic-surgical correlation of ankle tendon tears. J Ultrasound Med 1998; 17:249-56.
9. Courthaliac C, Charbonnel S, Weilbacher H. Aspect échographique des ruptures partielles antérieures et distales du tendon d'Achille. In : Brasseur JL, Zeitoun-Eiss D, Grenier P, editors. Actualités en échographie de l'appareil locomoteur (tome 2), Montpellier: Sauramps Médical;2005, p.161-70.
10. Archambault JM, Wiley JP, Bray R. Can sonography predict the outcome in patients with achillodynia? J Clin Ultrasound 1998; 26:335-9.
11. Astrom M, Gentz CF, Nilsson P, Rausing A, Sjoberg S, Westlin M. Imaging in chronic Achille's tendinopathy: a comparaison of ultrasonography, magnetic resonance imaging and surgical findings in 27 histologically verified cases. Skeletal Radiol 1996; 25:615-20.
12. Gibbon WW, Cooper JR, Radcliffe GS. Distribution of sonographically detected tendon abnormalities in patient with a clinical diagnosis of chronic Achille's tendinosis. J Clin Ultrasound 2000; 28:61-6.
13. Movin T, Kristoffersen-Wiberg M, Shalabi A, Gad A, Aspelin P, Rolf C. Intratendinous alteration as imaged by ultrasound and contrast medium enhanced magnetic resonance in chronic achillodynia. Foot Ankle 1998; 19:311-7.
14. Myerson MS, McGarvey W. Disorders of the Achilles tendon insertion and Achille's tendinitis. J Bone Joint Surg (Am) 1998; 80A:1814-24.
15. Balint PV, Sturrock RD. Inflamed retrocalcaneal bursa and Achille's tendonitis in psoriatic arthritis demonstrated by ultrasonography. Ann Rheum Dis 2000; 59:931-3.
16. Peetrons P, Vanderhofstadt A. La maladie de Haglund revisitée. In : Brasseur JL, Zeitoun-Eiss D, Renoux J, Grenier P, editors. Actualités en échographie de l'appareil locomoteur (tome 4), Montpellier: Sauramps Médical; 2007, p. 163-74.
17. Galluzzo E, Lischi DM, Taglione E, Lombardini F, Pasero G, Perri G et al. Sonographic analysis of the ankle in patients with psoriatic arthritis. Scand J Rheum 2000; 29:52-5.
18. Chauveaux D. La maladie de Haglund. J Traumatol Sport 1994; 11:70-6.
19. Karjalainen PT, Ahovuo J, Pihlajamäki HK, Soila K, Aronen HJ. Postoperative MR imaging and ultrasonography of surgically repaired Achille's tendon ruptures. Acta Radiol 1996; 37:639-46.

L'aponévrose plantaire est formée de trois chefs (médial, central et latéral) recouvrant l'abducteur de l'hallux, le court fléchisseur plantaire et l'abducteur du V qui constituent la couche musculaire superficielle de la plante du pied. Cette aponévrose s'insère en postérieur sur le calcanéum et en distal sur les têtes des métatarsiens. Son versant superficiel postérieur se prolonge chez l'enfant autour du contour osseux calcanéen postérieur pour rejoindre l'insertion du tendon d'Achille.

1. Aspect normal et technique échographique[1-3]

La région plantaire s'étudie en échographie sur un patient en procubitus, les orteils posés sur la table d'examen et les chevilles fléchies à 90° pour aborder la région en tension maximale. Des coupes sagittales et axiales balaient l'ensemble de la plante. Une étude en position détendue est également réalisée pour l'étude Doppler et la recherche des fissurations de l'aponévrose.

Elle est visualisée en échographie sous la forme d'une lame hyperéchogène, fibrillaire, à

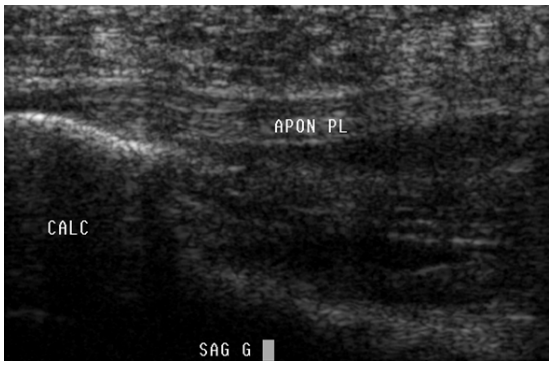


Fig 1. Aspect normal, fibrillaire de l'aponévrose plantaire à son insertion sur le calcanéus

bords parfaitement parallèles.(Fig 1)

Son étude échographique est relativement difficile au voisinage de sa zone d'insertion en raison de l'épaisseur et de la forte réflectivité des tissus plantaires. Une focalisation parfaite des échos, une compression dosée et l'utilisation de fréquences basses ou de fréquences harmoniques sont nécessaires pour obtenir une image correcte de ce segment.

Son épaisseur diminue en direction des orteils où elle devient plus superficielle, plus facile à étudier.

Les éléments tendineux et musculaires plus profonds ainsi que le réseau vasculaire sont également étudiés principalement si l'analyse de l'aponévrose n'a pas permis d'expliquer la symptomatologie clinique.

2. Pathologies de l'aponévrose plantaire [1-7]

2.1 Rupture et désinsertion de l'aponévrose

2 types de ruptures peuvent s'observer qui sont de topographie et de gravité fort différentes.

Des lésions de survenue brutale, sans signe avant-coureur, peuvent être détectées chez des patients jeunes souvent lors d'activités sportives. Elles se situent alors à distance de la zone d'insertion et se manifestent par une interruption, hypo ou anéchogène, le plus souvent partielle, perpendiculaire à la direction des fibres. Les lésions sont fort douloureuses et s'accompagnent d'un remaniement hypoéchogène du tissu sous-cutané et musculaire de voisinage. (Fig 2)

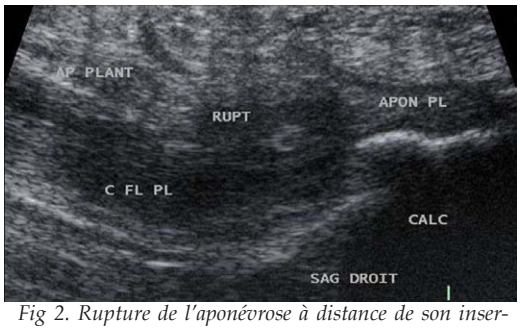


Fig 2. Rupture de l'aponévrose à distance de son insertion (patient sportif)

Chez le patient plus âgé par contre, on retrouve fréquemment, lors de ces ruptures, des antécédents de douleur chronique et la lésion se situe alors pratiquement toujours au voisinage de la zone d'insertion de l'aponévrose sur le calcanéus. On retrouve une interruption hypoéchogène de la continuité mais l'aponévrose adjacente présente aussi des signes de remaniements diffus sous la forme d'un épaississement et d'une irrégularité de ses contours. Cette rupture est en fait une désinsertion aggravant une enthésopathie chronique. (Fig 3)

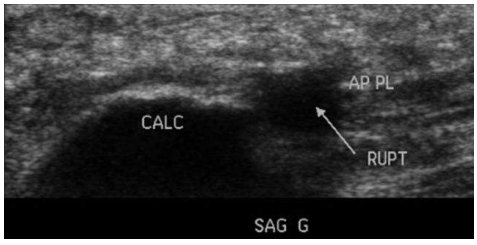


Fig 3. Rupture-désinsertion de l'aponévrose chez un patient âgé, obèse, ayant un passé de douleurs chroniques

2.2 Fissuration

Comme au niveau des tendons, certaines lésions de l'aponévrose plantaire sont à l'origine d'un clivage se produisant dans l'axe des fibres ce qui différencie ces atteintes des ruptures partielles. Ces lésions doivent être recherchées en position détendue pour éviter de les collaber. C'est la coupe transversale qui permet de montrer ces fissures (Fig 4) qui se marquent par une tuméfaction fusiforme hypoéchogène dans le plan longitudinal.

Elles se situent le plus souvent à distance de l'insertion sur le calcanéus.

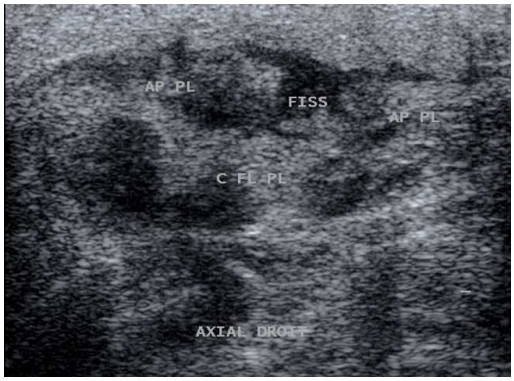


Fig 4. Coupe axiale montrant la fissuration longitudinale de l'aponévrose

2.3 Enthésopathie

C'est la lésion la plus fréquente. Elle se marque par la présence d'une tuméfaction hypoéchogène globale de la zone d'insertion qui mesure alors plus de 5 mm [4] d'épaisseur sans rupture de la continuité aponévrotique. (Fig 5)

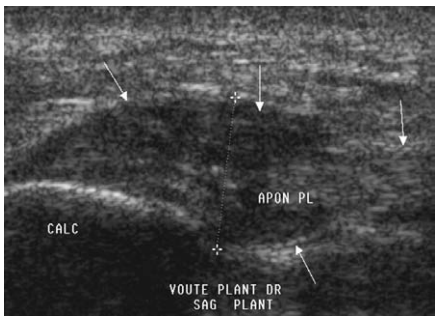


Fig 5. Enthésopathie. Tuméfaction hypogène mesurant plus de 5mm d'épaisseur à l'attache de l'aponévrose sur le calcanéus

Une hypervascularisation relative est parfois retrouvée au voisinage de cette insertion épaissie lors de l'étude en doppler couleur effectuée en position détendue.

L'« épine » calcanéenne fréquemment décelée sur l'incidence standard de profil ne correspond pas à la zone d'insertion et est plus profonde que l'aponévrose ; elle correspond à un banal enthésophyte d'insertion du court fléchisseur plantaire qui n'est pas douloureux mais qui doit être pris en compte pour le traitement (possible conflit en cas d'ondes de chocs ou de massages transverses profonds.)

2.4 Aponévropathie

Comme pour les lésions tendineuses qui sont fort similaires et en raison de l'absence d'atteinte inflammatoire, le terme d'aponévropathie semble plus correct que celui de fasciite ou de myoaponévrosite. Source de douleurs plus chroniques et moins bien localisées, ce remaniement entraîne une perte de la régularité des contours de l'aponévrose qui devient nettement irrégulière et épaissie, parfois difficile à repérer d'un point de vue échographique avec, dans certains cas, une réaction hypoéchogène en regard de l'un ou ses deux versants.

Des lésions plus localisées peuvent également être décelées ; leur aspect est similaire à celui des tendinopathies focales, avec présence d'un épaississement hypoéchogène dans le plan longitudinal et arrondi en transversal, déformant ou non les contours de l'aponévrose. (Fig 6) Un conflit avec la cambrure de la chaussure doit toujours être recherché dans ce type de lésions qui peut se compliquer d'une fissuration longitudinale (voir ci-dessus).

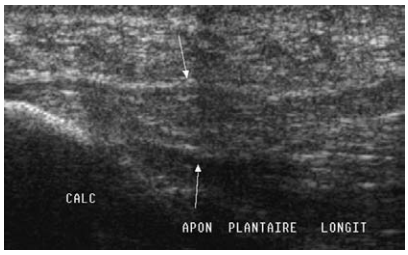


Fig 6. Aponévropathie. Tuméfaction hypoéchogène intra-aponévrotique

2.5 Séquelles traumatiques

La pathologie résiduelle après une rupture de l'aponévrose est fréquente et son aspect échographique peut orienter la thérapeutique. Outre les calcifications se marquant par des zones hyperéchogènes interrompant l'onde ultrasonore, on recherche essentiellement, en cas de persistance anormale de la symptomatologie clinique, à faire la différence entre les nodules cicatriciels hyperéchogènes et hétérogènes et les images kystiques, anéchogènes, qui témoignent de l'échec du processus de cicatrisation et peuvent orienter vers une sanction chirurgicale. (Fig 6)

2.6 Maladie de Ledderhose

Le diagnostic de cette affection est essentiellement clinique. L'échographie peut confirmer la pathologie sous la forme d'un épaississement hypoéchogène le plus souvent multiple de l'aponévrose. Les lésions sont intra-aponévrotiques mais siègent le plus souvent à son versant superficiel. Elles sont fusiformes dans le plan longitudinal (Fig 7) et arrondies en transversal.

Elles peuvent être hétérogène et même présenter une vascularisation lors de l'étude Doppler lorsqu'elles sont étudiées en phase douloureuse. Une formation qui n'est pas strictement limitée par l'aponévrose doit impérativement faire l'objet d'un complément IRM avec injection de Gadolinium car on connaît les limites de l'échographie pour le bilan tumoral.

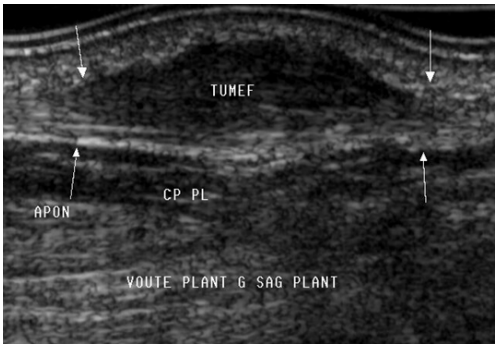


Fig 7. Maladie de Ledderhose. Tuméfaction hypoéchogène intra-aponévrotique, fusiforme dans le plan longitudinal.

3 Autres pathologies plantaires

Même si les lésions de l'aponévrose expliquent l'immense majorité des douleurs plantaires, il ne faut pas oublier que d'autres étiologies douloureuses sont possibles. Citons ici les 3 causes les plus fréquentes : la ténosynovite du long fibulaire[2], la phlébite plantaire[8-9] ,le syndrome du tunnel tarsien et la pathologie tumorale. De plus, il ne faut pas oublier que des lésions ostéo-articulaires du tarse peuvent également entraîner une douleur plantaire, imposant la réalisation de clichés radiographiques standard.

L'échographie vient donc en première ligne pour le démembrement des lésions de l'aponévrose plantaires sans oublier que d'autres pathologies peuvent être à l'origine de douleurs plantaires.

Bibliographie

1. Brasseur JL. Apport de l'échographie dans l'exploration du pied et de la cheville. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Podologie ; 27-040-A-15, 2002, 10 p.
2. Brasseur JL. Aspects pratiques de l'échographie de la cheville (ligaments et tendons). In : Brasseur JL, Zeitoun-Eiss D, Renoux J, Grenier P, editors. Actualités en échographie de l'appareil locomoteur (tome 2), Montpellier: Sauramps Médical; 2005, p. 9-36.
3. Bianchi S, Martinoli C. Foot. In : Bianchi S, Martinoli C, editors. Ultrasound of the Musculoskeletal System, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2007, p.835-88.
4. Cardinal E, Chhem RK, Beauregard CG, Aubin P, Pelletier M. Plantar fasciitis: sonographic evaluation. Radiology 1996; 201:257-9.
5. Gibbon WW, Long G. Ultrasound of the plantar aponeurosis (fascia). Skeletal Radiol 1999; 28:21-6.
6. Tsai WC, Chiu MF, Wang CL, Tang FT, Wong MK. Ultrasound evaluation of plantar fasciitis. Scand J Rheum 2000; 29:255-9.
7. Kamel M, Kotob H. High frequency ultrasonic findings in plantar fasciitis and assessment of local steroid injection. J Rheum 2000; 27:2139-41.
8. Bernathova M, Bein E, Bendix N, Bodner G. Sonographic diagnosis of plantar vein thrombosis. J Ultrasound Med 2005; 24:101-3.
9. Iscain P, Cohen M, Schmitz J. Phlébites plantaires: une étiologie rare de plantalgies. In : Brasseur JL, Zeitoun-Eiss D, Renoux J, Grenier P, editors. Actualités en échographie de l'appareil locomoteur (tome 5), Montpellier: Sauramps Médical; 2008, p.175-88.

TENDONS ET RETINACULA
D JACOB, M COHEN

1 Rappel anatomique

1.1 Tendons

De par leur situation anatomique, les tendons de la cheville sont divisés en quatre groupes.
Tous les tendons possèdent une gaine synoviale à l'exception du tendon calcanéen et du tendon plantaire.

Groupe antérieur
A la face antérieure de la cheville, quatre tendons cheminent côte à côte : de médial en latéral, les tendons du tibial antérieur, du long extenseur de l'hallux, du long extenseur des orteils et du troisième fibulaire (peroneus tertius).
Le tendon du tibial antérieur est le plus médial et le plus large. Il chemine au versant antérieur de la cheville pour s'insérer sur le versant médial du cunéiforme médial et à la face plantaire du premier métatarsien. Le tibial antérieur agit essentiellement en flexion dorsale et inversion de la cheville et du pied. Dans cette position, il apparait bien visible et peut être palpé comme une corde.
Le tendon du long extenseur de l'hallux, également palpable à la face antérieure de la cheville, est situé en dehors du tendon du tibial antérieur et en dedans du tendon du long extenseur des orteils.
Ce dernier présente une forme aplatie, donnant naissance distalement à quatre tendons pour les deuxième, troisième, quatrième et cinquième orteils.
Enfin le tendon du troisième fibulaire qui est un muscle inconstant, chemine à la face latérale du dos du pied et s'insère à la face dorsale de la base du cinquième métatarsien.
La cheville antérieure est traversée par le nerf fibulaire profond et l'artère tibiale antérieure.

Groupe latéral
Il est constitué de deux tendons, le long et le court fibulaires, qui cheminent en arrière puis au dessous de la malléole latérale, qui leur sert de poulie de réflexion en contraction. Ils possèdent initialement une gaine commune, puis chacun leur gaine en distalité. Le tendon du court fibulaire est en général plus petit situé en avant du tendon du long fibulaire. Il existe une proximité importante de la gaine commune des fibulaires avec les ligaments talofibulaire postérieur et calcanéofibulaire.
On peut parfois observer un quatrième fibulaire accessoire (peroneus quartus) dont l'origine la plus fréquente est le muscle court fibulaire , qui s'insère sur le calcaneus en arrière de la trochlée fibulaire.
Le nerf fibulaire superficiel chemine en avant de la fibula.

Groupe médial
D'avant en arrière, on objective trois tendons fléchisseurs, le tibial postérieur, le long fléchisseur des orteils et le long fléchisseur de l'hallux. Le tendon du tibial postérieur, de forme ovalaire en section, approximativement deux fois plus gros que le tendon long fléchisseur des orteils, est inverseur du pied. Il utilise la malléole médiale comme poulie de réflexion, croise superficiellement le spring ligament. Sa terminaison et complexe avec un faisceau principal qui s'insère sur la tubérosité de l'os naviculaire. Il possède un rôle important dans la stabilité de l'arrière-pied.
Le paquet vasculo-nerveux tibial chemine en profondeur du retinaculum des fléchisseurs entre les tendons du long fléchisseur des orteils et du long fléchisseur de l'hallux.

Groupe postérieur
Il comporte le tendon calcanéen et le tendon plantaris qui sont étudiés dans un autre chapitre.

1.2 Retinacula

Le mot retinaculum vient du latin « retina » qui signifie « retenir » et « culum » qui signifie « instrument ». Leur fonction est de maintenir des organes potentiellement instables et notamment les tendons longs avec changement de direction : ils « tunnelisent ». Les retinacula de la cheville sont des épaississements du fascia crural. Histologiquement, ils sont composés de trois couches : une couche externe formée d'un tissu conjonctif vascularisé, une couche moyenne formée de fibres de collagène et une couche interne formée de collagène et d'élas-

stine et une couche interne formée de collagène et de fibroblastes.
Les retinacula de la cheville présentent des ancrages corticaux et une continuité axiale.

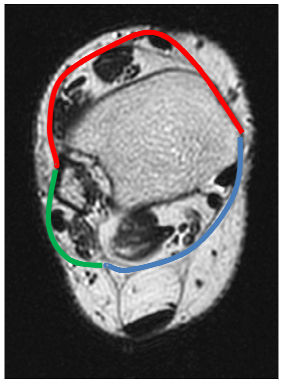


Fig.1 : Continuité axiale des retinacula de la cheville (IRM, coupe axiale en pondération T1) : retinaculum des extenseurs (surligné en rouge), retinaculum des fléchisseurs (surligné en bleu), retinaculum des fibulaires (surligné en vert).

Retinaculum des extenseurs

Les tendons antérieurs de la cheville sont maintenus en place par le retinaculum supérieur et le retinaculum inférieur des extenseurs.
Le retinaculum supérieur des extenseurs (ancien ligament crural transverse) s'étend de la crête antérieure du tibia et de la malléole médiale à la face antérieure de la malléole fibulaire.
Les tendons du long extenseur des orteils, du peroneus tertius et du long fléchisseur de l'hallux passent au-dessous de ce ligament.
Dans 25% des cas, il existe un tunnel séparé pour le tendon du tibial antérieur.
Le retinaculum inférieur des extenseurs (ancien ligament annulaire du tarse ou ligament cruciforme de Weitbrecht) est en forme de « Y » ou de « X ».
On lui distingue quatre parties :
Le ligament frondiforme retient les tendons des muscles long extenseur des orteils et péroneus tertius contre le talus et la calcaneus ; il possède trois racines :

- la racine latérale superficielle provient du sinus du tarse latéralement à l'origine du muscle court extenseur des orteils.

- la racine intermédiaire provient également du sinus du tarse médialement à l'origine du muscle court extenseur des orteils. Elle s'unit à la racine latérale, cravate ensuite le col du talus, passe au-dessus des tendons extenseurs des orteils et péroneus tertius et se divise en une bandes obliques supéro-médiale et inféro-médiale.

- la racine médiale possède elle-même trois racines, deux racines calcanéennes qui s'insèrent dans le sinus du tarse et une racine talienne qui s'insère sur le talus au niveau du toit du tunnel tarsien

- la bande oblique supéro-médiale qui continue la direction du ligament frondiforme et s'insère sur la malléole médiale ; elle passe au-dessus du tendon du long extenseur de l'hallux et au-dessous du tendon du tibial antérieur.

- la bande oblique inféro-médiale provient du ligament frondiforme et s'insère au bord médial du pied au niveau de l'articulation cunéo-naviculaire ; elle passe au-dessus du tendon du long extenseur de l'hallux, du nerf fibulaire profond et des vaisseaux pédieux dorsaux.

- la bande oblique inféro-médiale présente dans 25% des cas s'étend de la partie latérale de la bande supéro-médiale à la partie latérale de la malléole fibulaire

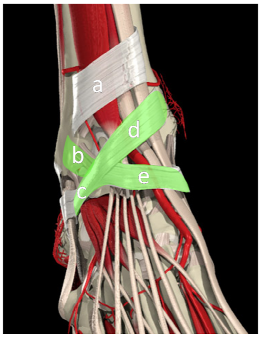


Fig.2 : Retinaculum des extenseurs :
a : retinaculum supérieur
b, c, d, e : retinaculum inférieur
b : bandelette oblique supéro-latérale
c : ligament frondiforme
d : bandelette oblique supéro-médiale
e : bandelette oblique inféro-médiale

Retinaculum des fibulaires

Deux retinacula maintiennent en place les tendons en arrière de la malléole latérale et contre la face latérale du calcaneus : les retinacula supérieur et inférieur des fibulaires qui s'étendent de la malléole latérale au calcaneus. Le retinaculum supérieur empêche la luxation vers l'avant des tendons fibulaires en contraction. Il est rapport direct avec un fibrocartilage triangulaire au niveau de l'insertion malléolaire. Le retinaculum inférieur, en s'insérant sur une petite proéminence osseuse, la trochlée fibulaire, crée ainsi deux tunnels fibreux distincts pour chacun des tendons fibulaires et les maintient à la face latérale du calcaneus.

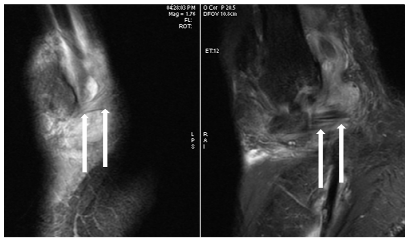


Fig.3 : Retinaculum des fibulaires (IRM, coupes sagittales en pondération T2 avec saturation de la graisse) ; bonne visualisation dans le cadre d'une ténosynovite des fibulaires.
a : retinaculum supérieur (flèches)
b : retinaculum inférieur (flèches)

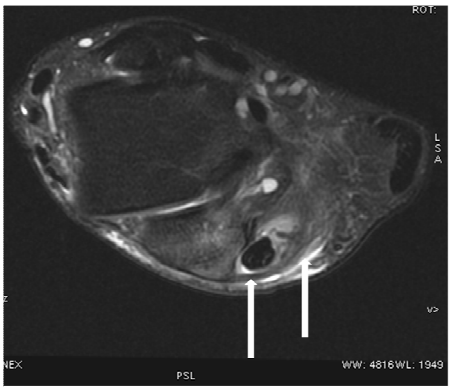


Fig.4 : Epaississement du retinaculum des fibulaires (flèches) associé à une rupture du tendon long fibulaire (IRM, coupe axiale en pondération T2 avec saturation de la graisse).

Retinaculum des fléchisseurs

Le rétinaculum des fléchisseurs a une forme trapézoïdale avec un sommet antérieur et supérieur et une base inférieure située le long du muscle abducteur de l'hallux. Il constitue la limite médiale du tunnel tarsien et ferme médialement les tunnels de passage des tendons fléchisseurs lors de leur changement de direction à hauteur de la malléole médiale.

On lui distingue une bande proximale, qui présente une extension postérieure en continuité avec l'aponévrose du tendon calcanéen, dont les fibres profondes participent à la constitution des tunnels ostéofibreux du tibial postérieur, du long fléchisseurs des orteils et long fléchisseur de l'hallux, et une bande distale qui se dédouble en regard du muscle abducteur de l'hallux.

Iconographie normale

Les tendons de la cheville ne présentent pas de spécificité morphologique : ils sont hypo-intenses sur toutes les séquences en IRM, hyperdenses en TDM. En IRM, il faut se méfier de l'artéfact de l'angle magique. En échographie, ils sont hyperéchogènes d'échostructure fibrillaire régulière en coupes longitudinales et présentant un fin piqueté hyperéchogène en axial. A l'état normal, la gaine synoviale est parfois difficile à différencier : elle apparait comme une enveloppe hyperéchogène. L'étude doit toujours être réalisée en axial et longitudinal, avec examen dynamique. Les tendons sont sensibles à l'artéfact d'anisotropie et donc hypoéchogènes quand ils ne sont pas perpendiculaires au faisceau ultrasonore

Les retinacula normaux apparaissent en imagerie en coupe comme des lignes fines et régulières. En IRM, ils sont hypo-intenses quelle que soit la pondération. Ils sont cependant mieux visibles en T1 ou lorsqu'ils silhouettés par du liquide en T2.

En échographie, ils se présentent comme les ligaments, les aponévroses et les tendons, c'est-à-dire hyperéchogènes, mais sensibles à l'artéfact d'anisotropie. Ils sont mieux visibles en axial à l'état normal.

En pratique, l'échographie notamment en raison de son caractère dynamique, en complément des clichés standard est la première et bien souvent la seule technique d'investigation.

Pathologie

Les anomalies tendineuses et rétinaculaires rencontrées à la cheville ne sont pas spécifiques : on peut y rencontrer des tendinopathies, des enthésopathies, des ténosynovites, des ruptures totales ou partielles, des instabilités tendineuses ou des lésions expansives des gaines. Il existe par contre des particularités en fonction des sites lésionnels qu'il est important de bien connaitre.

Les retinacula peuvent être blessés lors d'un mouvement brutal : ils peuvent se déchirer, se désinsérer, arracher l'enthèse ou s'en décoller. Le mécanisme lésionnel peut être direct (deux roues) ou indirect. Il existe fréquemment des associations lésionnelles rétinaculaires (notamment retinacula antérieur et médial ou latéral).

On peut observer des associations de lésions rétinaculaires et tendineuses, mais elles sont rares. L'association avec des lésions ligamentaires et des fractures est plus fréquente.

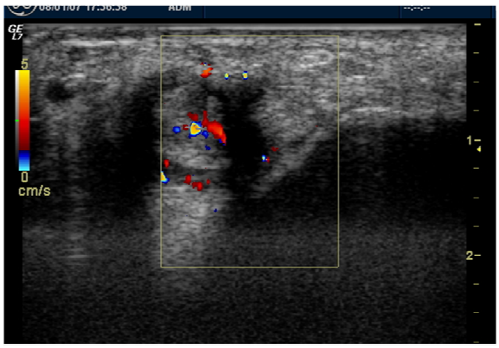


Fig.5: Ténosynovite des fibulaires (échographie en coupe axiale) : noter l'hyperhémie en doppler couleur de la gaine commune des fibulaires).

En IRM, dans les tendinopathies, on observe une hétérogénéité structurale avec augmentation modérée mais patente du signal sur les différentes séquences. Il s'y associe un rehaussement après injection intraveineuse de gadoli-

nium. En cas de ténosynovite, on observe un épanchement dans la gaine associé à un rehaussement synovial après injection de gadolinium. Les zones de ruptures partielles notamment fissuraires sont recherchées. L'IRM pâtit de son absence de caractère dynamique dans les bilans d'instabilité. On recherche un épaississement du retinaculum, une structure hétérogène, un tendon en situation anormale. Elle permet par contre d'objectiver un œdème osseux en regard de la lésion rétinaculaire.

Echographiquement, les tendinopathies se reconnaissent par la perte du parallélisme des bords du tendon dans le plan sagittal et la déformation convexe des bords dans le plan axial, associées à une diminution de l'échogénécité et à un aspect hétérogène de l'échostructure. L'épanchement en rapport avec la ténosynovite, associé à une hypertrophie synoviale, se traduit par un halo hypoéchogène ou transsonore. Le doppler permet de visualiser une hyperhémie. Les ruptures se caractérisent par une interruption totale ou partielle du tendon.

Les lésions des retinacula se caractérisent par un épaississement hypoéchogène, souvent avec hyperhémie en Doppler. Les manœuvres dynamiques permettent de rechercher une luxation tendineuse.

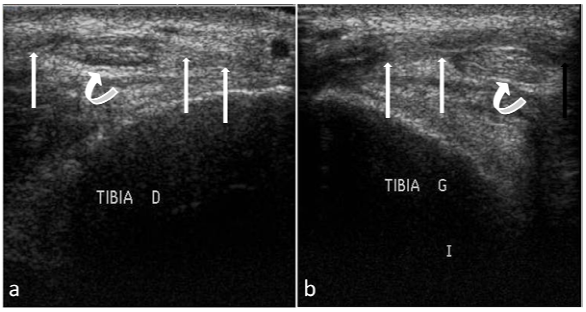


Fig.6 : Retinaculum des extenseurs (échographie comparative en coupe axiale) :

a : aspect normal (flèches droites) ; noter le tendon tibial antérieur (flèche courbe).

b : aspect lésionnel épaissi (flèches droites) ; noter le tendon tibial antérieur (flèche courbe).

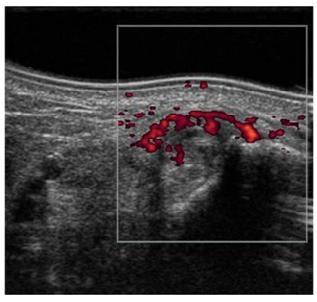


Fig.7 : Lésion du retinaculum des fibulaires (échographie en coupe axiale) : hyperhémie en Doppler couleur.

Versant antérieur

Les tendons antérieurs sont peu touchés par rapport aux autres tendons de la cheville. Les anomalies concernent préférentiellement le tendon tibial antérieur. Les ruptures spontanées se rencontrent habituellement après 45 ans et sont bien tolérées. La dorsiflexion de la cheville est douloureuse. Dans les ruptures complètes, l'échographie doit visualiser les moignons tendineux ; le moignon distal est souvent difficile à identifier.Les tendinopathies distales et les enthésopathies du tibial antérieur peuvent se rencontrer.On peut rarement observer des ténosynovites du long extenseur de l'hallux ou du long extenseur des orteils avec existence de liquide dans la gaine synoviale. Les désinsertions sont les lésions rétinaculaires les plus fréquentes au versant antérieur de la cheville : la manœuvre dynamique en dorsiflexion permet d'objectiver les tendons extenseurs (notamment le tendon tibial antérieur) prenant la corde. On peut observer aussi des lésions partielles aux insertion du retinaculum des extenseurs à la partie superficielle du sinus du tarse.

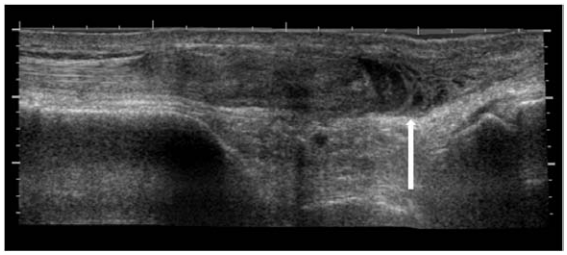


Fig.8 : Rupture du tendon tibial antérieur (échographie en coupe longitudinale) : noter le diastasis entre les moignons dans la gaine tendineuse (flèche).

Versant latéral

La pathologie tendineuse et rétinaculaire est fréquemment observée au versant latéral de la cheville.

La ténosynovite des fibulaires se présente le plus souvent par la présence de liquide dans la portion commune de leur gaine avec des tendons de morphologie normale. Il faut dans cette situation bien distinguer la ténosynovite des fibulaires d'une collection dans la gaine en rapport avec une lésion du ligament calcanéo-fibulaire.

L'instabilité des tendons fibulaires est en rapport avec une lésion du retinaculum supérieur des fibulaires ; celle-ci survient habituellement lors d'une dorsiflexion/éversion forcée soudaine du pied.

Le diagnostic échographique repose sur la situation latérale des tendons fibulaires par rapport à la malléole latérale ; la manœuvre dynamique d'éversion/dorsiflexion contrariée permet de détecter les luxations intermittentes.
On distingue quatre types de lésions :

- type 1 : désinsertion périostée du retinaculum dans laquelle les tendons peuvent s'engager
- type 2 : rupture rétinaculaire à son ancrage osseux
- type 3 : fracture avulsion à l'insertion du retinaculum sous laquelle les tendons peuvent s'insinuer
- type 4 : rupture rétinaculaire à distance du point d'ancrage (plus rare)

Les ruptures tendineuses s'observent dans le cadre d'instabilités chroniques ou d'antécédents traumatiques de la cheville, notamment chez les patients diabétiques, atteints de polyarthrite rhumatoïde ou sous corticothérapie. Elles touchent plus fréquemment le tendon du court fibulaire et se présentent classiquement par une fissuration longitudinale. La taille moyenne de ces fissurations est de 2,5 à 5 cm, plutôt au voisinage de la malléole latérale. La présence d'un peroneus quartus favorise l'instabilité. En cas de fissuration du tendon du court fibulaire, il peut s'enrouler autour du tendon du long fibulaire et ainsi réaliser en échographie un aspect de boomerang. Un aspect de « trois tendons » correspond souvent à une fissuration du tendon du court fibulaire, mais il peut aussi s'agir d'un peroneus quartus. On observe parfois des ruptures complètes du tendon long fibulaire.

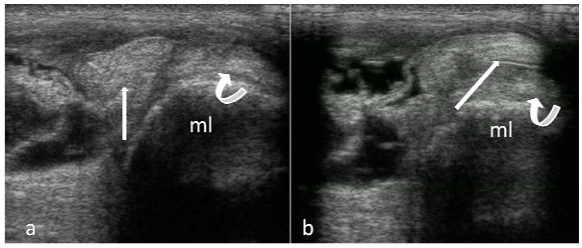


Fig.9: Luxation des tendons fibulaires (échographie en coupe axiale) :

a : au repos, le tendon court fibulaire est luxé en avant (flèche courbe), alors que le tendon long fibulaire est en situation normale rétro-malléolaire (flèche droite). Noter la malléole latérale (ml).

b : lors de la manœuvre d'éversion contrariée, on observe la luxation antérieure du tendon long fibulaire (flèche droite) qui vient se déplacement latéralement par rapport au tendon court fibulaire qui reste dans la même position (flèche courbe) . Noter la malléole latérale (ml).

Versant médial

Le tendon tibial postérieur est le plus fréquemment atteint. Sa rupture survient classiquement chez la femme obèse d'âge moyen porteuse d'un rhumatisme inflammatoire. On peut aussi l'observer en cas de fracture de la cheville ou d'ostéophyte de la malléole médiale. Sa lésion provoque progressivement un valgus de l'arrière-pied.
On distingue trois types de lésions de gravité croissante :

- type 1 : tendon épaissi présentant une fissure longitudinale
- type 2 : aspect allongé, échostructure hétérogène et amincissement du tendon
- type 3 : rupture complète avec interruption tendineuse complète

On peut également observe des ténosynovites du tibial postérieur avec présence de liquide dans la gaine et hyperhémie en mode Doppler.
L'instabilité du tendon du tibial postérieur, en relation avec une lésion rétinaculaire existe, mais elle est moins fréquente que sur le versant latéral. L'examen dynamique en dorsiflexion/supination sensibilise sa recherche.

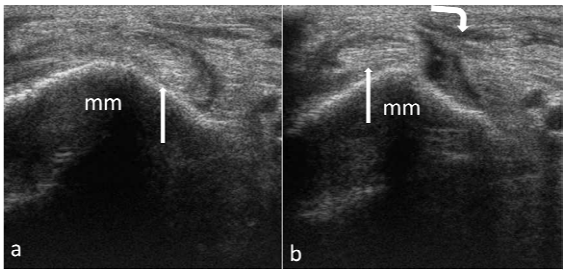


Fig.10: Subluxation du tendon tibial postérieur (échographie en coupe axiale) :

a : au repos, situation normal rétromalléollaire médiale du tendon tibial postérieur (flèche) ; noter la malléole médiale (mm).

b : lors de la manœuvre d'inversion contrariée, on observe la subluxation antérieure du tendon tibial postérieur (flèche) à hauteur de la malléole médiale (mm). Noter l'épaississement du retinaculum des fléchisseurs (flèche courbe).

Références

- Bianchi S, Martinoli C. Ultrasound of the Musculoskeletal System, Springer-Verlag 2007

- McNally E. Practical Musculoskeletal Ultrasound. Elsevier 2005

- Demondion X, Brasseur Jl, Zeitoun D. Les rétinaculums de la cheville. Bases anatomiques aux interprétations des données d'imagerie. In « Actualités en échographie de l'appareil locomoteur » Tome 2, Sauramps médical 2005

- Brasseur JL, Demondion X, Renoux J, Zeitoun-Eiss D.Les pathologies des retinacula In « Actualités en échographie de l'appareil locomoteur » Tome 3, Sauramps médical 2006

- Morvan G, Wybier M, Mathieu P, Vuillemin-Bodaghi V. L'échographie des rétinaculums de la cheville In « Actualités en échographie de l'appareil locomoteur » Tome 4, Sauramps médical 2007

- Brasseur JL, Tardieu M. Echographie du système locomoteur, Masson 1999, Tendons et enthèses, Monographie du GETROA, Opus XXX, Sauramps médical 2003

L'ECHOGRAPHIE EST-ELLE VRAIMENT UTILE DANS LES CONFLITS DE LA CHEVILLE?

G MORVAN, H GUERINI, V VUILLEMIN, P MATHIEU, M WYBIER

Un « conflit » est une situation où deux éléments anatomiques entrent en contact anormal, ou coincent entre eux un troisième. Quelques particularités anatomiques expliquent très logiquement les conflits autour de la cheville. Cette articulation est essentiellement construite pour d'amples mouvements de flexion/extension. Pour permette de tels mouvements, les récessus synoviaux antérieurs et postérieurs sont de grande taille (fig. 1) alors que les récessus latéraux, qui ne subissent que des mouvements de faible amplitude, sont petits. De nombreux éléments anatomiques qui transitent de la jambe au pied, ou inversement, passent par la région postérieure de la cheville, en particulier les tendons fléchisseurs (on parle, à juste titre, de « carrefour » postérieur). Y siègent également de fréquentes variantes anatomiques musculaires et ligamentaires.

On conçoit donc d'emblée que, si conflit il doit y avoir autour de la cheville, celui-ci siègera préférentiellement au sein des sites de plus grande mobilité et là où existent des éléments qui risquent d'être coincés entre des pièces osseuses en mouvement, à savoir surtout à la face postérieure, un peu moins en avant, accessoirement sur la face latérale, et exceptionnellement sur la face médiale.

C'est ce qui se passe dans les faits.

A noter que le conflit postérieur se produit en flexion plantaire de la cheville, position qui, en fermant la fenêtre acoustique postérieure (fig. 2,3) pénalise l'échographie.

Fig 1
Arthrographie talocrurale en flexion dorsale et plantaire. La synoviale se tend et se fripe pour s'adapter à l'amplitude des mouvements.

1. Les conflits postérieurs

Ils sont regroupés sous l'appellation de syndrome du carrefour postérieur de la cheville. Le bord postérieur du tibia et le thalamus calcanéen forment un casse-noix (fig. 2), où seule la nature de la noix varie, avec deux possibilités (fig. 3). Soit il existe un élément osseux entre les mors de la pince (processus postérieur du talus (« queue ») de grande taille, os trigone) auquel cas cet élément osseux sera la principale victime du conflit, l'atteinte concomitante des parties molles avoisinantes étant accessoire. Soit il n'y a pas de structure osseuse (queue courte) (fig. 3) et si quelque chose doit être coincé, ce sera des parties molles. Le tableau 1 résume les structures concernées.

Le conflit osseux se traduit par une fracture (lésion aigüe) ou un remaniement (lésion chronique) de la queue longue du talus ou d'un os sésamoïde, parfois visible sur les clichés de profil. Le signe le plus fiable est un œdème intraosseux visible à l'IRM (ou une hyperfixation scintigraphique) (fig. 4). Il va de soit que l'IRM, après la radiographie de profil, est l'examen de choix dans cette éventualité. L'échographie ne pourra en aucun cas mettre en évidence le remaniement osseux.

Figure 2.
Le casse noix tibiocalcanéen.

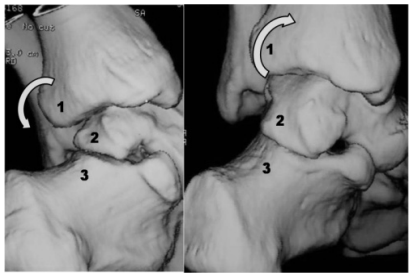


Figure 3.
Queue longue : conflit osseux. Queue courte : conflit des parties molles

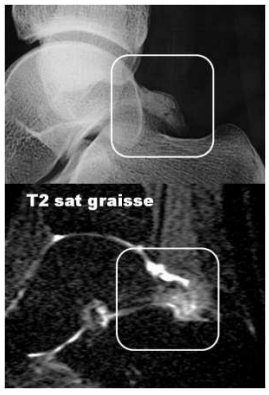


Figure 4
Syndrome de compression chronique d'une queue longue du talus chez un sportif vétéran. La queue est condensée et irrégulière sur la radiographie, mais c'est son hypersignal en IRM qui est caractéristique

Tableau 1
Structures osseuses
- *bord postérieur du tibia*
- *bord postérieur du talus*
- *os trigone*
- *thalamus calcanéen*

Parties molles
- *Ligaments*
  - *Ligament talofibulaire postérieur*
  - *Ligament intermalléolaire postérieur (marsupial meniscus)*
- *Franges synoviales talocrurales et subtaliennes*
- *Tendons long fléchisseur de l'hallux et sa gaine synoviale*
- *Variantes anatomiques*

Un conflit des parties molles est à envisager en l'absence de queue longue du talus ou d'os trigone sur la radiographie de profil. Des différentes structures susceptibles d'être concernées par le conflit (tableau 1), seul le tendon long fléchisseur de l'hallux et les variantes anatomiques (insertion basse des fibres charnues du long fibulaire, du long fléchisseur de l'hallux, peroneus quartus, soléaire accessoire…) peuvent être explorées de façon raisonnable en échographie (fig. 5 et 6). Les structures plus profondes (ligament talofibulaire postérieur, ligament intermalléolaire postérieur (marsupial meniscus), franges synoviales talocrurales et subtaliennes) sont à la limite de la visibilité en échographie et leur sémiologie n'a pas, à notre connaissance donné lieu à une description validée à ce jour.
A notre avis, l'exploration d'un conflit postérieur de cheville, après les clichés simples, relève essentiellement de l'IRM, seule technique capable de faire un bilan complet. L'échographie peut apporter des renseignements partiels.

Figure 5 Ténosynovite du long fléchisseur de l'hallux au bord postérieur du talus chez un danseur classique. Les images ténoscannographique et échographiques sont superposables

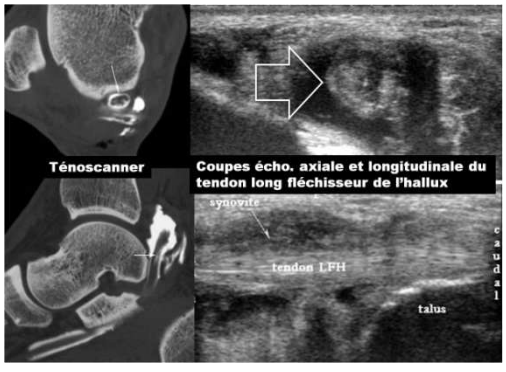
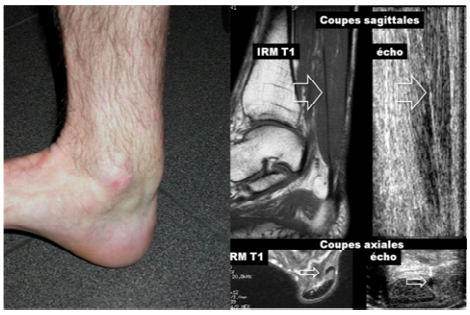
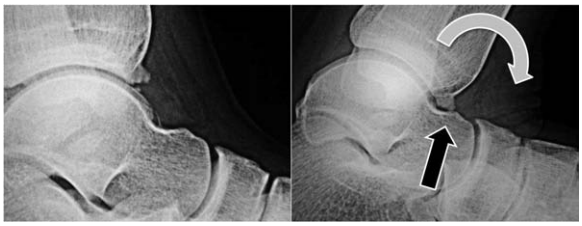


Figure 6 Muscle soléaire accessoire à l'origine d'un conflit postérieur de cheville. Les coupes IRM et échographiques sont superposables



2) Les conflits antérieurs
Ils sont secondaires à une impaction du bord antérieur du tibia, le plus souvent remanié et ostéophytique, contre le col du talus en flexion dorsale de la cheville (fig. 7). On les voit fréquemment chez les sportifs vétérans (footballeurs). Beaucoup plus rarement, il peut s'agir d'un corps étranger antérieur. Ces conflits essentiellement osseux, peuvent parfois être accompagnés d'un œdème secondaire de la synoviale antérieure. Ils sont souvent asymptomatiques.
Compte tenu de leur mécanisme, ils relèvent donc, à notre sens, de clichés dynamiques, et en dans les rares cas de doute clinique, d'une IRM à la recherche d'un œdème intraosseux adjacent. L'échographie n'y a pas de place.

Figure 7. Conflit antérieur de cheville chez un footballeur amateur de 47 ans. Contact en flexion dorsale de la cheville entre une formation ostéophytique tibiale et le col du talus (flèche).



3) les conflits antérolatéraux
C'est un conflit entre un ligament talofibulaire antérieur remanié ou un ligament accessoire (ligament de Bassett) et le talus.
Le ligament de Bassett peut, lors de la flexion dorsale de la cheville, venir agresser le cartilage latéral du dôme du talus, à la manière d'une plica médiale au genou. Ce ligament accessoire peut être vu en échographie, entre le ligament tibiofibulaire antéro-inférieur et le ligament talofibulaire antérieur, mais cette technique ne permet pas de faire une analyse des conséquences cartilagineuses de ce conflit.
La deuxième cause de conflit antérolatéral est

la présence d'une prolifération fibreuse du ligament talofibulaire antérieur, dans les suites d'une entorse, qui vient combler la gouttière antérolatérale (gouttière triangulaire à sommet antérieur, limitée par la joue latérale du talus en dedans, le ligament talofibulaire en dehors et la face antérieure de la malléole latérale en arrière), qui joue le rôle d'un corps étranger et gêne le fonctionnement normal de la cheville (fig. 8).
Ce conflit concerne les parties molles superficielles. Il est visible en IRM (fig 9), mais aussi en échographie (fig. 10), avec une sémiologie très voisine : tissu vascularisé qui comble la gouttière. Les examens en coupes après arthrographie (arthroscanner ou arthroIRM) montrent la prolifération synoviale anormale qui vient combler la gouttière et, éventuellement, ses conséquences cartilagineuses.

Figure 8
Ligament talofibulaire normal et gouttière antérolatérale. Fibrose cicatricielle comblant la gouttière

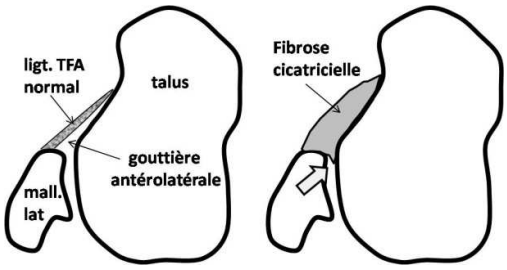
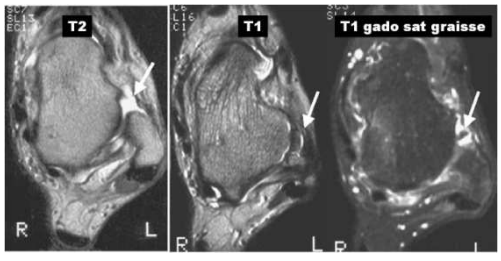


Figure 9
Conflit antérolatéral. IRM. Coupe IRM axiale T2, T1 et T1 après injection intraveineuse de gadolinium et suppression du signal de la graisse. Comblement de la gouttière par un tissu hyperintense en T2, hypointense en T1 et prenant le contraste (document J Borne, O Fantino)



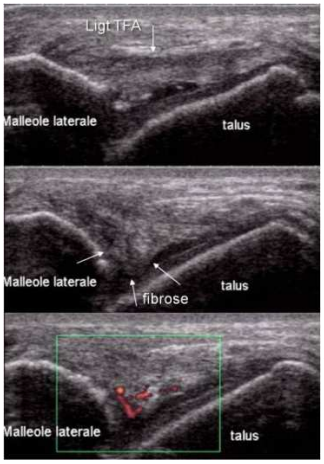
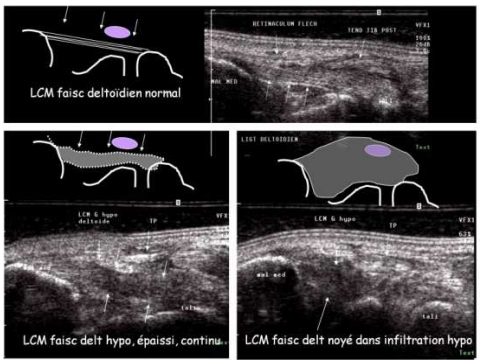


Fig 10 Conflit antérolatéral. Echographie. Les coupes axiales mettent en évidence l'épaississement du ligament talofibulaire antérieur et la fibrose issue du ligament qui comble la gouttière. Cette fibrose est hyperhémique au Doppler puissance.

4) Conflit antéromédial
Le ligament collatéral médial lésé lors d'une entorse peut cicatriser de manière exubérante. La cicatrice peut noyer la gouttière antéromédiale, voire le tendon tibial postérieur et gêner, parfois de façon considérable le fonctionnement de la cheville. Ces anomalies sont accessibles, comme les précédentes à l'échographie, mais également à l'IRM, avec une sémiologie voisine (fig 11).

Figure 11



En conclusion
Après les radiographies simples, statiques et dynamiques, l'IRM est certainement l'outil d'imagerie globalement le plus efficace dans l'étude des conflits de la cheville. L'échographie, susceptible de fournir seulement des renseignements partiels dans les conflits postérieurs, est plus efficace dans les conflits concernant les faces antérieure, antérolatérale et antéromédiale de la cheville.

ECHOGRAPHIE DES NERFS DE LA CHEVILLE
O FANTINO

1 Introduction :

Bien que peu fréquente dans notre pratique quotidienne, la pathologie des nerfs de la cheville n'est pas exceptionnelle, souvent méconnue et l'échographie est sûrement aujourd'hui l'examen d'imagerie de premier choix pour explorer ces patients. En effet, l'échographie prend de plus en plus une place prédominante dans l'exploration des nerfs périphériques du fait de ses avantages bien connus : résolution spatiale exceptionnelle, bonne résolution tissulaire, exploration comparative, dynamique et en charge, reproduction du signe de Tinel en échoscopie, technique de l'ascenseur qui permet par un balayage axial d'explorer en quelques instants l'ensemble du trajet d'un nerf, apports du mode Doppler, notamment de puissance. Comme toujours, l'échographie de ces nerfs périphériques doit répondre aux prérequis sans cesse répétés dans nos congrès et ateliers : matériel haut de gamme avec des sondes performantes, excellente connaissance de l'anatomie et de la sémiologie échographique, corrélation très étroite avec la clinique et les autres techniques d'exploration, notamment l'électromyogramme (mais qui peut être pris en défaut à la cheville), association systématique avec les clichés simples réalisés en charge. Une pathologie des nerfs à la cheville peut être suspectée cliniquement devant un tableau de douleurs, de paresthésies, d'engourdissement dans un territoire nerveux (figure 1). Un signe de Tinel peut être retrouvé. Les étiologies sont multiples. On recherchera notamment une origine traumatiques ou micro-traumatiques, une origine osseuse, musculaire ou tendineuse, une tumeur neurogène, un kystes arthrosynovial, ténosynovial ou périnerveux, une origine vasculaire, notamment une dilatation veineuse dans le tunnel tarsien. Quand elle est informative et que ses résultats sont concordants avec la clinique, l'échographie est le plus souvent suffisante. L'IRM n'est pas systématique. Elle garde sa place pour le bilan pré-chirurgical des tumeurs des parties molles et le bilan des patients qui présentent une symptomatologie typique sans étiologie certaine retrouvée en échographie. L'IRM peut montrer des signes précoces de dénervation musculaire que l'échographie ne voit pas, une atrophie et une infiltration graisseuse musculaire que l'échographie voit mal.

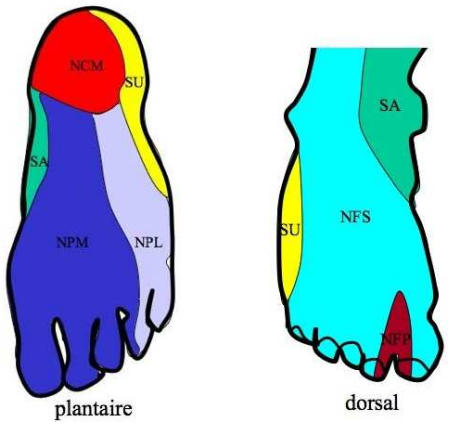


Figure 1 : territoires sensitifs au pied. NPM : nerf plantaire médial. NPL : nerf plantaire latéral. NCM : nerf calcanéen médial. SU : nerf sural. SA : nerf saphène. NFP : nerf fibulaire profond. NFS : nerf fibulaire superficiel.

2 Nerf sural

Il est superficiel et situé dans la loge postéro-latérale de la cheville, entre le tendon calcanéen et les tendons fibulaires, en arrière de la malléole latérale puis se divise en ses deux branches terminale à hauteur de la styloïde du 5ème métatarsien : la branche latérale ou cutanée dorsale latérale et la branche médiale ou cutanée dorsale médiale.
Son atteinte se traduit par des douleurs et paresthésies sur le bord latéral de la cheville et du pied. Les étiologies sont multiples et souvent post-traumatiques : fractures du calcanéus, du cuböide, du 5ème métatarsien, séquelles d'entorses, lésion iatrogène en cas de plaie par abord chirurgical postéro-latéral, compression liée au chaussage, à une ténosynovite des fibulaires, une hypertrophie de la trochlée des fibulaires. En échographie (figure 2), le nerf est bien identifiable et recherché à la cheville entre le tendon calcanéen et les muscles fibulaires.

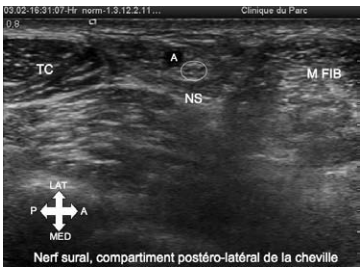


Figure 2 : échographie, coupe axiale rétro-malléolaire latérale montrant le nerf sural (NS) situé entre le tendon calcanéen (TC) et les fibulaires (M FIB)

3 Nerf fibulaire profond

Il est situé dans la loge antérieure de la cheville (Figure 3). Il donne deux branches terminales, latérale motrice pour le court extenseur de l'hallux et médiale, sensitive.

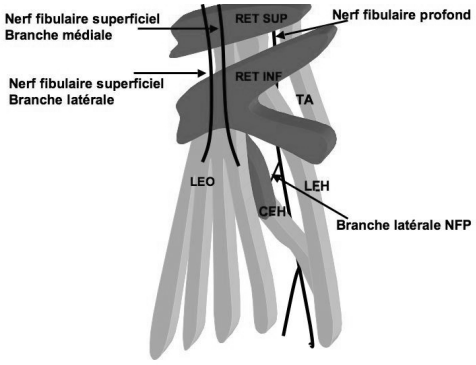
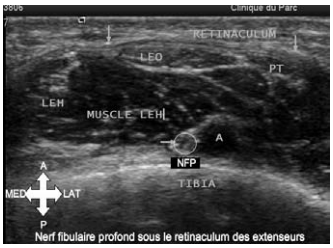


Figure 3 : schéma anatomique montrant les nerfs fibulaires profond et superficiel et leurs rapports avec les tendons extenseurs (TA : tendon tibial antérieur, LEH : long extenseur de l'hallux, CEH : court extenseur de l'hallux, LEO : long extenseur des orteils) et le retinaculum des extenseurs.

En échographie (figures 4 et 5), le nerf fibulaire profond est recherché au contact du tibia, satellite de l'artère tibiale antérieure, facilement repérable, qu'il va croiser en avant. Il chemine ensuite sous le retinaculum des extenseurs, le nerf sous-croisant le tendon du long extenseur de l'hallux et du long extenseur des orteils. Sa branche médiale la plus grosse chemine en dehors du tendon du long extenseur de l'hallux. Sa branche latérale motrice de petite taille peut être repérée et parfois suivie jusqu'au muscle court extenseur de l'hallux.



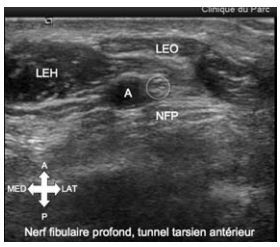


Figure 4 : échographie, coupe axiale antérieure de la cheville à hauteur du retinaculum des extenseurs montrant le nerf fibulaire profond (NFP), en dedans de l'artère tibiale antérieure (A), en arrière des muscles et tendons extenseurs de l'hallux (LEH) et des orteils (LEO). À noter ici la présence d'un muscle peroneus tertius (PT).
Figure 5 : échographie, coupe axiale antérieure de la cheville plus distale, à hauteur du tunnel tarsien antérieur. Le nerf fibulaire profond (NFP) a croisé en avant l'artère tibiale antérieure (A) et est situé en dehors de cette dernière. Le nerf est situé en dehors du long fléchisseur de l'hallux (LEH), en arrière du long extenseur des orteils (LEO).

Il existe trois sites différents de compression :

- au dessus du retinaculum supérieur des extenseurs.
- dans le tunnel tarsien, entre le retinaculum inférieur des extenseurs et l'interligne talo-naviculaire.
- dans le tunnel situé entre le tendon du muscle court extenseur de l'hallux et le fascia profond à hauteur du premier et deuxième métatarsien. La compression n'intéresse alors que sa branche médiale sensitive.

Son atteinte dans le tunnel tarsien antérieur définit le syndrome du tunnel tarsien antérieur. Il peut être dû à une ostéophytose dorsale talo-naviculaire, naviculo-cunéenne ou cunéo-métatarsienne, à un pied creux constitutionnel avec protrusion dorsale de l'articulation talo-naviculaire ou à des microtraumatismes par étirements (danse), par chocs directs (football) ou par chaussage. D'autres étiologies plus rares ont été décrites : os intermetatarseum, hypertrophie du muscle court extenseur de l'hallux, clef placée sous la languette de chaussure chez les coureurs à pied, exercices type abdominaux avec les pieds coincés sous une barre métallique…

L'échographie peut montrer une neuropathie avec un renflement fusiforme et hypo-échogène du nerf et rechercher une éventuelle ostéophytose compressive qui sera confirmée par des clichés simples de profil.

La neuropathie se traduit cliniquement par des paresthésies et des douleurs de la face dorsale du pied avec irradiation aux premier et deuxième orteils. La symptomatologie peut s'aggraver lors de la flexion plantaire ou du port de chaussures trop serrées. Il peut exister des troubles sensitifs du premier espace interdigital, un signe de Tinel à la percussion du tunnel tarsien antérieur

Le traitement consiste en des infiltrations. En cas d'échec, le traitement peut être chirurgical avec ouverture du retinaculum associée à l'exérèse des ostéophytes s'ils existent.

4 Nerf fibulaire superficiel

Il est situé dans la loge antéro-latérale de la jambe et de la cheville (figure 3). Après avoir traversé le fascia crural profond, il chemine de

façon superficielle entre les tendons fibulaires et le long extenseur commun des orteils, au contact de la fibula. Cette dernière constitue un bon repère en échographie pour trouver le nerf. Ce dernier se divise au dessus du retinaculum des extenseurs et donne deux branches, la première médiale qui assure l'innervation sensitive des deux premiers orteils et le bord médial du troisième, la deuxième latérale qui innerve le bord latéral du troisième orteil et le bord médial du quatrième orteil.
Son atteinte peut se faire par microtraumatismes : chaussage, cyclisme, football, arts martiaux, danse. Il peut être lésé par étirement lors des traumatismes en flexion et inversion du pied ou lors d'une fracture de la fibula (figure 6).

Figure 6 : tableau clinique de paresthésies dans le territoire du nerf fibulaire superficiel apparu dans les suites d'une fracture luxation de la cheville ostéosynthésée. L'échographie en coupe frontale montre un névrome post-traumatique du nerf en regard de la fibula, au tiers inférieur de la jambe.

Des lésions ligamentaires aigues ou cicatricielles de la syndesmose tibio-fibulaire ou du ligament talo-fibulaire antérieur peuvent être à l'origine d'une souffrance du nerf. Il peut également souffrir lorsqu'il traverse le fascia crural du fait d'un épaississement post-traumatique de ce dernier ou d'une hernie musculaire du long fibulaire. L'échographie peut montrer la neuropathie, l'épaississement du fascia, la hernie musculaire, une hypertrophie cicatricielle du ligament tibio-fibulaire antéro-inférieur ou du ligament talo-fibulaire antérieur au contact du nerf (figure 7), voir un entrapment du nerf dans la fibrose avec une hyperhémie en Doppler

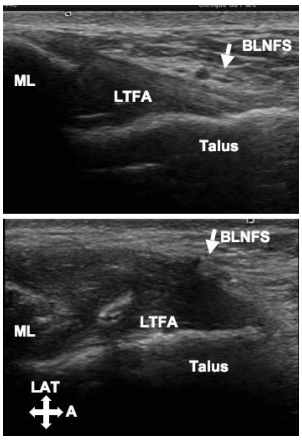


Figure 7 : échographie en coupe axiale de la gouttière antéro-latérale de la cheville montrant les rapports anatomiques entre la branche latérale du nerf fibulaire superficiel (BLNFS) et le ligament talo-fibualire antérieur (LTFA). En cas de séquelles d'entorse, une hypertrophie du LTFA peut être à l'origine d'une souffrance de la BLNFS et participer aux douleurs antéro-latérales de la cheville et du pied.

de puissance.
Son atteinte se traduit par des douleurs et des paresthésies antéro-latérales de la cheville irradiant au dos du pied et aux trois ou quatre premiers orteils.

5 Nerf tibial, nerfs plantaires, nerf calcanéen inférieur, nerf calcanéen médial

Le Syndrome du tunnel tarsien est la conséquence d'une souffrance du nerf tibial ou de l'une de ses branches lors de leur trajet dans le tunnel tarsien. Le syndrome du tunnel tarsien est une pathologie dont la fréquence est sûrement sous-estimée, le tableau clinique peut être trompeur, notamment en cas de talalgies. Son diagnostic doit être précoce car les résultats de la chirurgie sont conditionnés par la durée d'évolution. Les étiologies sont multiples et les formes idiopathiques finalement rares.
Les clichés simples réalisés en charge sont systématiques. L'échographie dans notre expérience est le plus souvent suffisante et permet le diagnostic positif de l'élément compressif.
Le tunnel tarsien est un tunnel ostéo-fibreux situé en arrière et en dessous de la malléole médiale. Il comporte deux portions, proximale et distale. La portion proximale, rétro-malléolaire est fermée par le rétinaculum des fléchisseurs et contient les tendons fléchisseurs, tibial postérieur, long fléchisseur des orteils, long fléchisseur de l'hallux, et le paquet vasculo-nerveux tibial (figure 8).
La portion distale est sous-malléolaire et plantaire médiale et s'étend entre le muscle abducteur de l'hallux et son arcade, superficiels et le muscle carré plantaire sur sa face profonde.

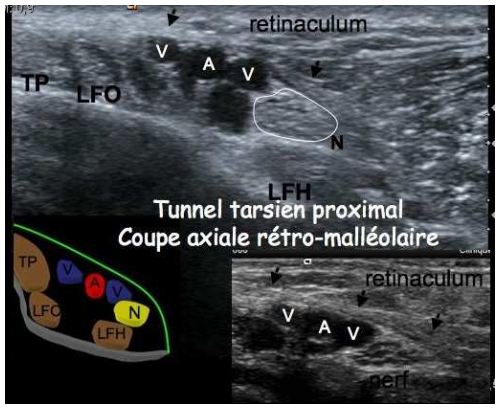


Figure 8 : anatomie échographique du tunnel tarsien proximal. N : nerf tibial, TP : tendon tibial postérieur, LFO : tendon long fléchisseur des orteils, LFH : long fléchisseur de l'hallux.

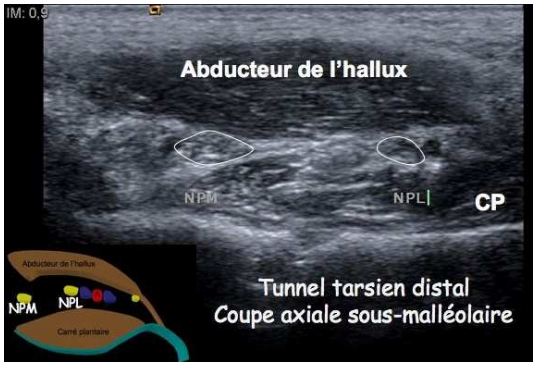


Figure 9 : anatomie échographique du tunnel tarsien distal. Les nerfs plantaires latéral (NPL) en arrière et plantaire médial (NPM) en avant sont situés entre le muscle abducteur de l'hallux t le muscle carré plantaire (CP).

Cette portion distale contient les branches de division du nerf tibial et les vaisseaux plantaires (figure 9). Le tunnel tarsien distal ne devra surtout pas être oublié pendant l'exploration échographique car il est souvent le siège de l'élément compressif.
Le nerf tibial donne une branche collatérale, le nerf calcanéen médial et deux branches terminales, le nerf plantaire médial, en avant, et le nerf plantaire latéral, en arrière. La hauteur de division du nerf tibial est variable et souvent différente de celle des vaisseaux. Le nerf plantaire latéral donne une branche collatérale : le nerf calcanéen inférieur ou branche motrice de l'abducteur du 5ème orteil (figures 10 et 11).
Cette branche naît dans le tunnel distal sous l'abducteur de l'hallux et se dirige en bas et en rrière puis sort du tunnel en traversant l'arcade de l'abducteur de l'hallux pour rejoindre la plante du pied puis le muscle abducteur du 5ème orteil. La division du nerf tibial en ses deux branches terminales plantaires se fait le plus souvent dans le tunnel tarsien distal sous le muscle abducteur de l'hallux, plus rarement dans le tunnel tarsien proximal. Les nerfs plantaires sont aisément identifiables en échographie et peuvent suivis en échographie jusqu'à leur sortie du tunnel tarsien distal.
L'exploration échographique d'un syndrome du tunnel tarsien doit toujours comporter une exploration vasculaire en mode Doppler, en position allongée et en position debout afin de rechercher notamment une origine veineuse à la symptomatologie.

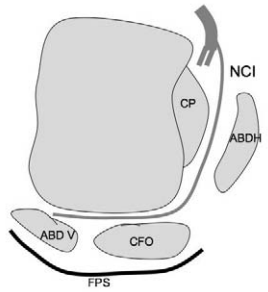


Figure 10 : schéma anatomique montrant le trajet du nerf calcanéen inférieur (NCI) qui chemine d'abord entre l'abducteur de l'hallux (ABDH) et le carré plantaire (CP) puis sous le court fléchisseur des orteils (CFO) pour rejoindre le muscle abducteur du 5e orteil.

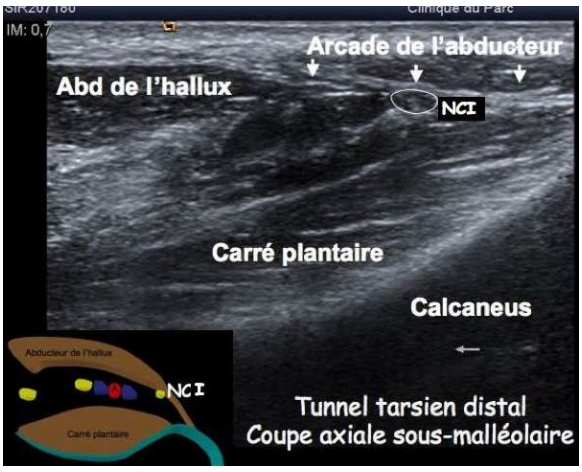


Figure 11 : anatomie échographique du tunnel tarsien distal montrant le nerf calcanéen inférieur (NCI) sous l'arcade de l'abducteur de l'hallux.

Le diagnostic du syndrome du tunnel tarsien est avant tout clinique. Les patients se présentent avec un tableau de douleurs à type de brûlures, de paresthésies voir d'hypoesthésies survenant en position debout, à la marche et parfois nocturnes, intéressant le talon, la plante du pied et pouvant irradier jusqu'aux orteils. Il peut exister des crampes douloureuses plantaires et des orteils. Un signe de Tinel peut être retrouvé à la percussion ou à la palpation du nerf tibial et de ses branches de division, déclenchant douleurs et paresthésies dans le territoire concerné. Une compression locale par un brassard à tension en augmentant la pression veineuse et l'ischémie locale peut reproduire les symptômes. Un déficit moteur est rare. Il peut concerner le muscle abducteur du cinquième orteil en cas d'attente du nerf plantaire latéral ou du nerf calcanéen inférieur, le muscle abducteur de l'hallux ou le court fléchisseur des orteils en cas d'atteinte du nerf plantaire médial.
A la différence du syndrome du canal carpien, les étiologies sont nombreuses et leur fréquence respective varie selon les séries de la littérature. En l'absence de cause locale, il faudra savoir rechercher un diabète ou une maladie systémique, une origine rachidienne ou une polynévrite.
En dehors des formes idiopathiques, les étiologies sont :

- origine traumatique : il peut s'agir de séquelles de fractures du calcaneus, en particulier du sustentaculum tali, du talus, en particulier du processus postéro-médial, du tibia. Les séquelles d'entorse du ligament collatéral médial, un épaississement post-traumatique du rétinaculum médial, des séquelles d'hématome, une fibrose post-traumatique peuvent faire partie des étiologies. Ces causes traumatiques peuvent être diagnostiquées par le couple clichés simples - échographie qui montre les anomalies osseuses, l'atteinte du nerf, la fibrose, l'épaississement rétinaculaire. L'échographie permet de confirmer l'atteinte du nerf et peut montrer une interruption de la continuité du nerf ou un névrome avec un renflement hypo-échogène du nerf qui est plus ou moins désorganisé (figure 12).
Le scanner peut être utile en complément pour l'exploration osseuse, l'IRM montre les lésions fibreuses engainant le nerf, notamment en pondération T1.

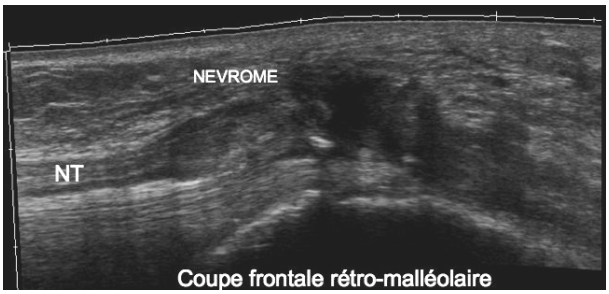


Figure 12 : tableau clinique d'anesthésie dans le territoire des nerfs plantaires après arthrodèse sous-talienne. L'échographie montre une interruption de la continuité du nerf tibial à hauteur de la naissance des nerfs plantaires.

- anomalies musculaires : il peut s'agir d'un muscle accessoire ou de l'hypertrophie d'un muscle. Parmi les muscles accessoires, on peut citer un muscle soléaire accessoire, situé en dehors du tunnel tarsien, se terminant sur la face médiale du calcaneus, un muscle fibulo-calcaéen médial, en situation postéo-médiale par rapport au long fléchisseur de l'hallux. Mais c'est surtout le muscle accessoire du long fléchisseur des orteils qui est pourvoyeur de syndrome du tunnel tarsien. Il est en situation intra-canalaire, sous le retinaculum des fléchisseurs, en arrière du paquet vasculo-nerveux. Il se termine le plus souvent sur le muscle carré plantaire. Il est facilement identifiable en échographie (figure 13 et 14) : il existe une structure musculaire surnuméraire dans le tunnel tarsien, sous le retinaculum, en arrière du nerf tibial, se prolongeant dans le tunnel tarsien distal au contact et en arrière du nerf plantaire latéral. Ce muscle peut être bilatéral. L'IRM apporte les mêmes données que l'échographie.
Une hypertrophie musculaire intéressant le muscle abducteur de l'hallux ou le muscle du long fléchisseur de l'hallux peut également faire partie des étiologies.

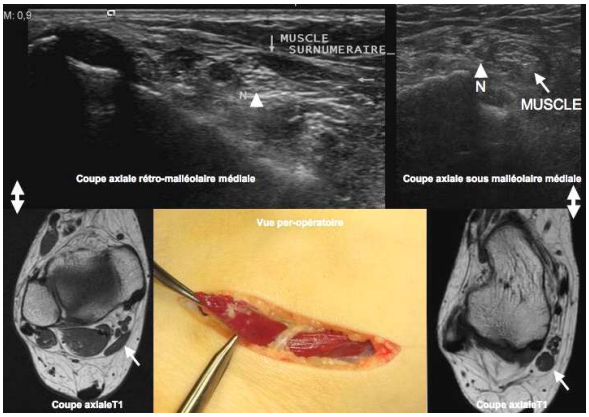


Figure 13 : tableau clinique de syndrome du tunnel tarsien avec des douleurs prédominant à l'effort. Muscle surnuméraire long fléchisseur accessoire des orteils situé dans le tunnel tarsien à l'origine d'une souffrance du nerf tibial.

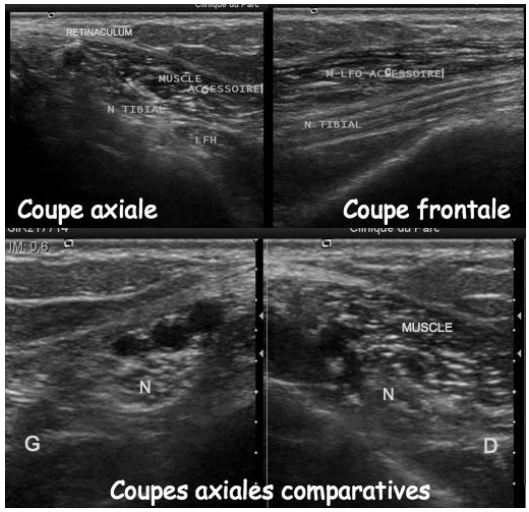


Figure 14 : tableau clinique de syndrome du tunnel tarsien. Muscle surnuméraire long fléchisseur accessoire des orteils situé dans le tunnel tarsien à l'origine d'une souffrance du nerf tibial. Ce muscle n'existe que du côté droit.

- anomalies osseuses et articulaires : il peut s'agir d'une arthropathie talo-crurale ou sous-talienne avec des lésions de synovite compressives, une synostose sous-talienne, une exostose. Les troubles statiques de l'arrière pied sont une étiologie fréquente : valgus calcanéen, supination de l'avant pied, hypermobilité du premier rayon, hyper-pronation sont retrouvés dans 10 à 20% des cas. Les cli-

chés simples en charge, toujours réalisés permettent le plus souvent le diagnostic des ces anomalies osseuses et articulaires et confirment les anomalies statiques. L'échographie pourra montrer l'origine osseuse de la souffrance nerveuse, y compris les anomalies statiques avec une étude en charge. En cas d'arrière pied plat valgus, l'échographie peut montrer en position debout un refoulement de la division du nerf tibial ou de ses branches plantaires par la joue médiale du talus (figure 15).

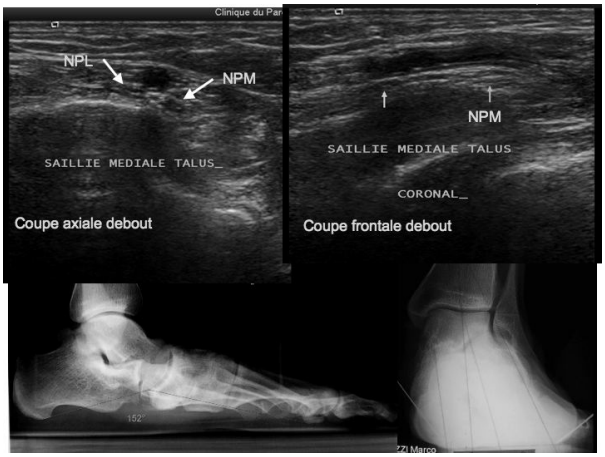


Figure 15 : tableau de syndrome du tunnel tarsien. Bilan radiographique en charge montrant un pied-plat valgus. Echographie réalisée debout montrant un refoulement des nerfs plantaires (NPL, NPM) par la joue médiale du talus.

- **lésions expansives :** on peut citer les kystes, d'origine articulaire, ténosynoviale ou épineurale (figures 16 et 17), les névromes, neurofibromes et schwanomes et les tumeurs des parties molles avec notamment les lipomes intra-canalaires. Les lésions expansives kystiques et neurogènes sont bien identifiables en échographie.

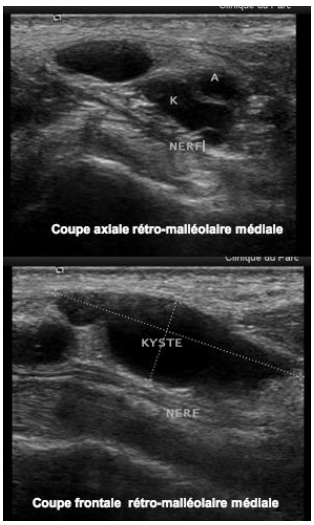


Figure 16 : tableau de syndrome du tunnel tarsien. Volumineux kyste épineural, satellite du nerf tibial.

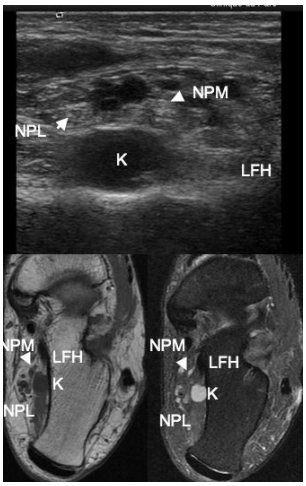


Figure 17 : tableau de syndrome du tunnel tarsien. Kyste (K) de la gaine du long fléchisseur de l'hallux (LFH) dans le tunnel tarsien distal au contact des deux branches plantaires (NPL, NPM).

En cas de doute diagnostic, une IRM complémentaire peut être demandée. Dans notre expérience, l'échographie est le plus souvent suffisante dans le cadre du bilan préchirugical si le diagnostic étiologique est certain.

- **origine veineuse :** cette étiologie est bien décrite dans la littérature, de fréquence variable. Il peut s'agir d'une dilatation des veines tibiales ou plantaires réalisant une hyperpression veineuse intra-canalaire. Une thrombophlébite peut être également à l'origine de la symptomatologie. Les critères de diagnostic positif en échographie ne sont pas clairement décrits dans la littérature. Dans notre expérience, cette étiologie est évoquée quand il n'y a pas d'autre élément compressif et qu'il existe une franche dilatation du réseau veineux intra-canalaire pouvant intéresser les veines tibiales ou plus souvent les veines plantaires qui sont volumineuses et tortueuses au contact des nerfs plantaires dans le tunnel distal (figures 18 et 19).

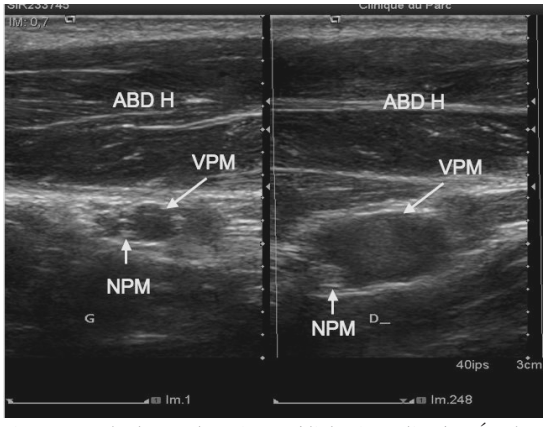


Figure 18 : douleurs plantaires médiales inexpliquées. Étude comparative en charge montrant à droite une importante dilatation d'une veine plantaire (VPM) au contact du nerf plantaire médial (NPM). Aspect normal à gauche. Disparition des symptômes après port d'une contention veineuse.

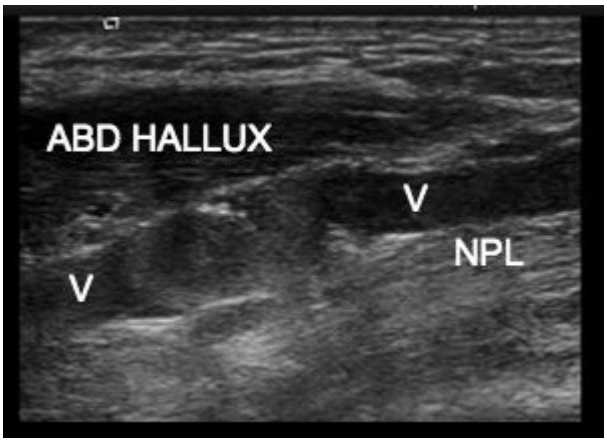


Figure 19 : paresthésies des derniers orteils à la marche. Importante dilatation d'une veine plantaire (V), tortueuse au contact du nerf plantaire latéral (NPL). Disparition des symptômes après port d'une contention veineuse.

Des veines plantaires mesurant plus de 5 mm de calibre peuvent faire évoquer le diagnostic. Cette dilatation se majore souvent en position debout. Parfois, la pression des veines avec la sonde déclenche reproduit la symptomatologie habituelle. On peut également mettre en évidence une veine perforante qui est pathologique si elle circule du réseau veineux profond intra-canalaire vers le réseau veineux superficiel. Cette étiologie veineuse sera confirmée si la symptomatologie disparaît lors du port d'une contention veineuse. Il est à noter que la dilatation des veines peut être bilatérale avec une symptomatologie qui n'est qu'unilatérale.

Outre le syndrome du tunnel tarsien, il peut exister une atteinte spécifique des branches collatérales et terminales du nerf tibial :

- atteinte du nerf calcanéen médial :
Branche collatérale du nerf tibial, il naît au dessus ou dans la partie proximale du tunnel tarsien et présente ensuite un trajet sous-cutané. Il est responsable de l'innervation sensitive cutanée du talon. Il peut être atteint dans le tunnel tarsien ou dans le coussinet graisseux plantaire par micro-traumatismes lors de la marche ou de la course à pied et se traduit par des talalgies. Ce nerf du fait de sa petite taille est difficile à individualiser en échographie. Il peut être repéré à son origine puis en arrière du nerf tibial dans le tunnel tarsien proximal.

- atteinte du nerf calcanéen inférieur ou nerf de l'abducteur du cinquième orteil : première branche du nerf plantaire latéral , son atteinte est appelée neuropathie de Baxter par les anglo-saxons. Elle se traduit par des talalgies et des douleurs plantaires mal définie. Un déficit de l'abducteur du cinquième orteil est possible. L'atteinte du nerf peut se faire sous l'arcade de l'abducteur de l'hallux par hypertrophie musculaire (abducteur de l'hallux et/ ou carré plantaire) ou hyper-pronation. Un lipome développé sous l'abducteur de l'hallux peut également être à l'origine d'une souffrance du nerf calcanéen inférieur. L'échographie montre une masse hypoéchogène plus ou moins atténuante au contact ou refoulant le nerf calcanéen inférieur. L'origine graisseuse de la masse est difficile à affirmer en échographie d'autant que son échostructure est souvent différente de celle de la graisse plantaire avoisinante. L'IRM doit alors être demandée et confirme la nature graisseuse de la lésion (figure 20).

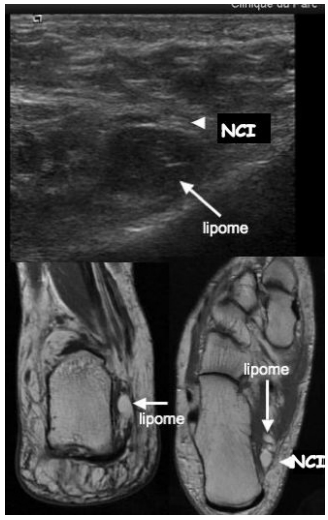


Figure 20 : tableau de talalgies. L'échographie montre une masse hypo-échogène dans le tunnel tarsien distal, refoulant le nerf calcanéen inférieur (NCI) sous l'arcade de l'abducteur de l'hallux. L'IRM montre la nature lipomateuse de la lésion.

L'atteinte du nerf calcanéen inférieur peut être plus distale, sous l'aponévrose plantaire, liée à une entésopathie de l'aponévrose plantaire superficielle ou par micro-traumatismes. L'échographie peut alors montrer la lésion aponévrotique. Par contre, le nerf est d'individualisation difficile dans la région plantaire du fait de l'écho-aténuation de la région.

- atteinte du nerf plantaire médial : outre les étiologies intra-canalaires, l'atteinte peut être plus distale et se faire entre l'os naviculaire et le muscle abducteur de l'hallux, notamment lors de la course à pied, favorisée par un valgus et une hyper-pronation du pied. Elle peut être également liée à une ténosynovite du long fléchisseur des orteils ou de l'hallux.

Le traitement dépend de l'étiologie. Il est toujours dans un premier temps médicamenteux, associant anti-inflammatoires non stéroïdiens, antalgiques et neuroleptiques. S'il existe un trouble de la statique du pied, des semelles adaptées sont indiquées. Une infiltration cortisonique intra-canalaire peut être réalisée par le clinicien ou de préférence sous contrôle échographique. Quand une origine veineuse à la symptomatologie est évoquée, une contention veineuse est mise en place. Elle peut servir aussi de test diagnostic. En cas d'échec des traitements médicaux, la chirurgie peut être proposée. Elle consiste en l'ouverture du rétinaculum des fléchisseurs toujours associée à une section de l'arcade de l'abducteur de l'hallux et à une exérèse de l'élément compressif s'il existe. Ses résultats sont d'autant meilleurs si le patient est jeune avec une symptomatologie d'apparition récente, d'origine non traumatique, de diagnostic précoce avant l'atteinte motrice et avec une cause locale retrouvée.

L'échographie permet également de réaliser une infiltration écho-guidée intra-canalaire au contact du nerf dans les formes idiopathiques ou dans un kyste ténosynovial ou mucoïde compressif. Ce geste est réalisé après information des risques et dans des conditions d'asepsie rigoureuse. L'injection de xylocaïne échoguidée couplée à l'infiltration peut servir de test diagnostic rapide et efficace en cas de doute clinique.

6 Conclusion

L'échographie a pris aujourd'hui une place prépondérante dans le diagnostic positif et étiologique de la pathologie des nerfs périphériques, notamment à la cheville. Pour faire un bon examen, il faut comme toujours des renseignements cliniques précis qui orientent l'examen, un appareillage haut de gamme, une excellente connaissance de l'anatomie et de la sémiologie. L'échographie est souvent suffisante si toutes ces conditions sont réunies et qu'il existe une bonne corrélation entre le résultat et la clinique. L'électrophysiologie, longtemps considérée comme le gold standard peut être prise en défaut et l'IRM, souvent moins performante que les ultrasons est réservée aux diagnostics incertains.

L'échographie du pied et de la cheville est en plein développement, grâce aux avancées technologiques des machines d'échographie et des sondes hautes fréquences. De plus, la formation des radiologues en matière d'échographie ostéo-articulaire a été fortement accélérée ces dernières années, devant la demande croissante des cliniciens, l'accès encore limité aux examens en coupe (type IRM), et le rapport coût/diagnostic.

Cependant, l'examen échographique à des limites, et le but de cet exposé est de les reconnaître, afin d'orienter le patient vers un autre type d'examen d'imagerie si besoin.

Certaines limites sont liées à la technique elle-même, et sont impondérables (arrêt des ultrasons par les structures calciques).

D'autres limites ne sont pas liées à l'utilisation des ultrasons, mais à la réalisation de l'examen en lui-même : opérateur insuffisamment formé, sémiologie échographique pas encore décrite, structure anatomique de forme complexe.

Nous montrerons les principaux exemples, pour lesquels l'échographie doit être substituée ou complétée par un autre examen en coupe, sans que cette liste ne soit exhaustive.

1 Etude des structures osseuses corticales

1a Fractures, arrachement osseux cortical

L'étude des anomalies corticales (fractures, arrachement) est l'apanage des techniques utilisant des rayons X, radiographies en première intention, même si certaines anomalies osseuses peuvent passer inaperçues en radiographie standard.

Cependant, lors d'une échographie de cheville traumatique, il n'est pas rare de découvrir un arrachement osseux cortical superficiel, qui n'avait pas été vu sur les clichés standard (1, 2). Les arrachements osseux occultes les plus fréquemment découverts en échographie se situent au niveau de surfaces corticales très superficielles (calcaneus, processus latéral du talus, base du 5ème métatarsien, malléole latérale).

En dehors de ces rares cas, les fractures et les lésions ostéochondrales sont généralement découvertes sur les radiographies réalisées (Figure 1). En cas de persistance des symptômes, ou d'une discordance entre la normalité radiologique et la douleur, un examen en coupe pourra être demandé à la recherche d'une anomalie osseuse passée inaperçue. (Figure 2).

Figure 1 : Radiographie de face. Lésion ostéochondrale du coin supéro-médial du dôme du talus, chez un patient aux antécédants d'entorse latérale de cheville.

Figure 2 : IRM coupe coronale, T2Fat-Sat. Lésion ostéochondrale du coin supéro-médial du dôme du talus. L'IRM détecte l'irrégularité corticale, mais surtout la réaction « oedèmateuse » du spongieux adjacent.

Il existe cependant un cas particulier pour lequel l'échographie semble un moyen économique et performant de diagnostic : les fractures de fatigue des métatarsiens, en raison de leur siège très superficiel, et de la normalité des examens à rayons X au début des symptômes. L'échographie peut alors mettre en évidence une augmentation de l'épaisseur du périoste en regard de la fracture (Figure 3).

La découverte d'une fracture corticale par échographie ne doit surtout pas contenter l'opérateur ; il faudra réaliser des examens complémentaires afin de préciser l'extension du trait, et de rechercher d'autres fractures associées (Figure 4).

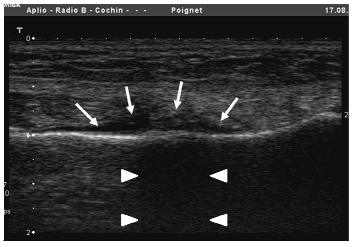


Figure 3 : Echographie, coupe sagittale. Fracture de fatigue diaphysaire d'un métatarsien. On visualise l'hématome péri-fracturaire (flèches), et les remaniements osseux périostés qui aboutissent à une absorption des échos (têtes de flèches)

Figure 4 : Scanner, coupe coronale
La découverte d'un fragment osseux cortical (cercle), doit faire rechercher d'autres traits de fracture. Le scanner visualise des fractures du talus et du calcaneus associées (flèches).

1b Conflit antérieur

Le conflit antérieur est un conflit purement osseux (entre le bord antérieur du tibia, et le col du talus en flexion dorsale de la cheville), pour lequel l'échographie ne semble avoir aucune place (excepté peut-être les manœuvres dynamiques (3)). Les radiographies dynamiques de profil sont la plupart du temps suffisantes pour affirmer le conflit ; l'IRM ne sera utile que si les radiographies ne sont pas concluantes.

1c Synostoses

Les synostoses du tarse correspondent à une fusion anormale d'un ou plusieurs os du tarse. Cette fusion peut être complète, elle est alors osseuse (synostose). Si la fusion est incomplète, elle sera cartilagineuse (synchondrose) ou fibreuse (synfibrose ou syndesmose). Les manifestations cliniques sont représentées essentiellement par une douleur du pied majorée par l'effort associée à un pied plat raide, accompagné ou non d'une contracture ou des spasmes des fibulaires. On note une diminution d'amplitude des mouvements d'inversion et d'éversion. Parfois la synostose est asymptomatique et de découverte fortuite.

Les radiographies peuvent détecter les synostoses (4), mais c'est le scanner et l'IRM qui ont une meilleure sensibilité (5) et qui permettent de différentier synostoses, synchondroses et syndesmoses, et déterminer l'origine des douleurs (Figure 5).

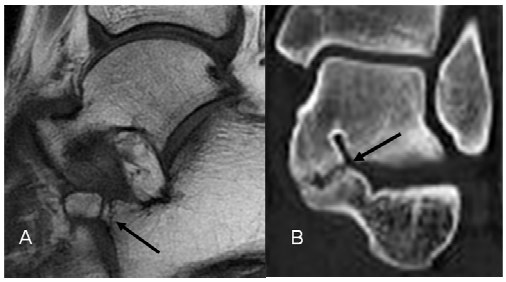


Figure 5A et B : IRM (sagittal T1) et scanner reconstruction coronale (patients différents).
A L'IRM montre une synchrondrose calcanéo-naviculaire (flèche).
B Le scanner une synchondrose talo-naviculaire (flèche).
Les radiographies standard détectent assez facilement les synostoses calcanéo-naviculaires, mais plus difficilement les synostoses talo-naviculaires.

2 Etude de la cavité articulaire

De part sa position en arrière de structures osseuses, la cavité articulaire n'est que très partiellement étudiée en échographie.

2a Corps étrangers et cartilage (Figure 6).

Figure 6 : Arthro-scanner, reconstruction coronale. Ostéochondromatose secondaire. Les corps étrangers détachés dans l'articulation sont bien détectés (tête de flèche), ainsi que les ulcérations cartilagineuses profondes du dôme et de la joue externe du talus (flèches).

La recherche de corps étrangers intraarticulaires se fera donc au mieux, par scanner (si calciques) et/ou arthroscanner. Pour les mêmes raisons, l'étude du cartilage et des lésions ostéochondrales ne peut se faire par échographie ; l'arthroscanner est l'examen de choix pour les lésions cartilagineuses.

A la cheville, l'IRM est moins performante pour le diagnostic de chondropathie focale débutante et des corps étrangers.

2b Synoviale

2b1 Synovites

L'échographie peut détecter la présence d'une synovite (talocrurale ou autre), et peut être indiquée en détection ou en suivie sous traitement de maladie inflammatoire (suivi de polysynovites, dans le cadre d'un rhumatisme périphérique). Elle est par contre insuffisante pour réaliser une cartographie synoviale précise et est non spécifique (Figures 7A): l'IRM sera alors indiquée si l'on suspecte une maladie synoviale locale (Synovite Villo-nodulaire (6), chondromatose) qui recherchera un caractère nodulaire à la synovite, et des signes spécifiques orientant vers une pathologie (Figures 7B). L'IRM est indispensable dans le cadre du bilan pré-opératoire (synovectomie).

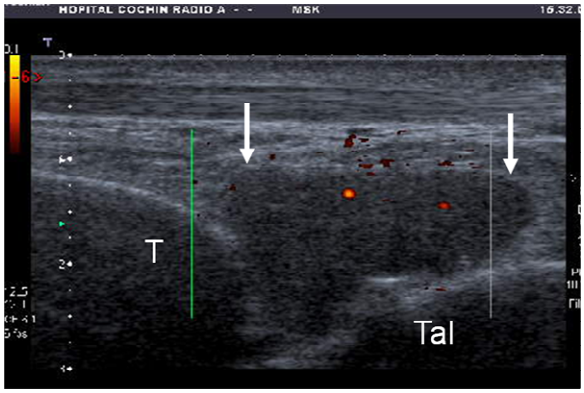


Figure 7A et B : Synovite villo-nodulaire pigmentée.
A : Coupe sagittale échographique de l'articulation talocrurale. L'épaississement synovial (flèches) vascularisé en mode doppler énergie, est bien détecté, non spécifique.

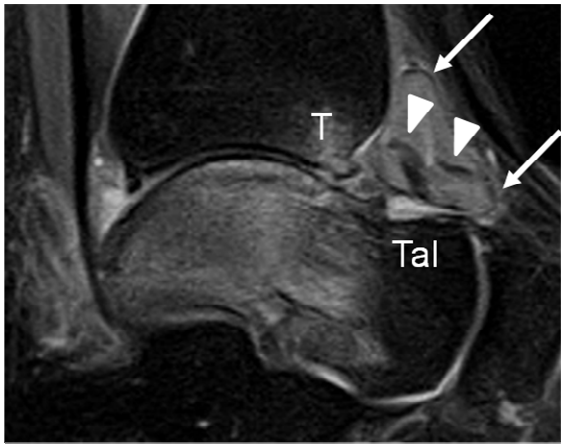


Figure 7A et B : Synovite villo-nodulaire pigmentée.
B : Coupe sagittale T2Fat-Sat de l'articulation talo-crurale. L'IRM visualise la synovite articulaire et le nodule antérieur (flèches), et montre des zones de bas signal T2 au sein du nodule, évocatrices de dépôts d'hémosidérine.

2b2 Cas particulier du conflit antéro-latéral de cheville

Le conflit antéro-latéral est un conflit entre une hypertrophie cicatricielle du récessus ou un ligament accessoire (ligament de Bassett), et le talus. Une étude récente a montré le rôle potentiel de l'échographie pour détecter la « synovite » focale du récessus (7), correspondant en fait à du tissu cicatriciel, formé de tissu cicatriciel. L'échographie peut être évocatrice si elle retrouve une masse hétérogène de contours nodulaires, supra-centimétrique, généralement non vascularisée, mobilisable par la manœuvre de compression de la portion distale de la fibula contre le talus; on peut également mettre en évidence une hypertrophie cictricielle d'un ligament talo-fibulaire antérieur. Malgré l'intérêt naissant de l'échographie dans cette indication, il persiste trois problèmes pour l'échographie: 1/la possibilité de prendre pour une « synovite » la lésion ligamentaire talo-fibulaire antérieure, 2/la difficulté de l'échographie à détecter un ligament de Basset, 3/ et l'absence de visualisation des anomalies cartilagineuses taliennes, qui sont associées dans environ 50% des cas (Figure 8).

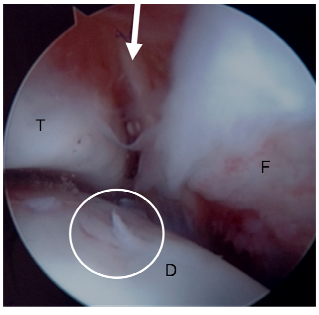


Figure 8 : Conflit antéro-latéral, vue arthroscopique. (D : Dôme du talus, T : Tibia, F : Fibula).
Ulcération cartilagineuse du coin antéro-latéral (cercle), en regard d'un ligament de Basset hypertrophique (flèche).

L'IRM et les examens avec injection intra-articulaire (arthro-IRM > arthroscanner) sont les examens de choix pour détecter le comblement fibreux du récessus (Figure 9), le ligament de Basset, et surtout les anomalies cartilagineuses de la face latérale du dôme.

Figure 9 : Conflit antéro-latéral. ArthroIRM et Arthroscanner, vue coronale (Même patient). Le récessus est comblé par un tissu cicatriciel hypertrophique (flèches).

3 Pathologies se manifestant uniquement par une réaction « oedèmateuse» osseuse

L'algodystrophie du pied et de la cheville est le « modèle » de pathologie « oedèmateuse » de l'os spongieux (Figure 10).

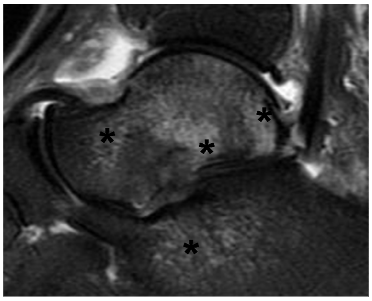


Figure 10 : Algodystrophie. Coupe IRM sagittale STIR. Anomalies de signal disséminées (astérisques) dans le spongieux du talus et du calcaneus, sans trait de fracture visible.

L'IRM est le seul examen radiologique capable de détecter des anomalies précocement. En effet, l'apparition de signes radiologiques par rayons X est retardée par rapport à la clinique. L'IRM est donc la méthode d'imagerie de choix, mais, contrairement aux autres localisations (hanche, genou), elle peut être subnormale, malgré une scintigraphie très positive (8), même si les nouvelles séquences pondérées en T2 avec saturation de graisse semblent être plus sensibles.
Pour l'algodystrophie, et toutes les autres pathologies (Figures 11, 12) localisées au spongieux (fissures de fatigue intra-osseuses, in-

arctus systémiques, ostéo-myélite etc…), l'échographie ne joue aucun rôle.

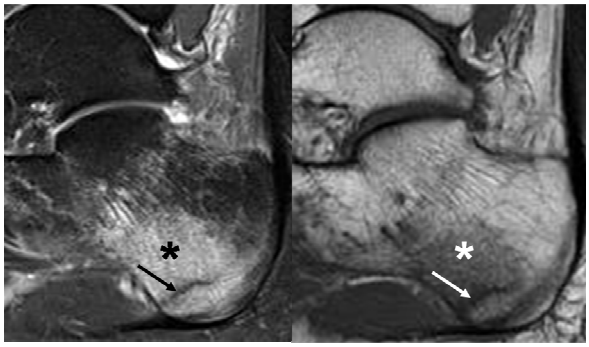


Figure 11 : Fissure de fatigue du calcaneus (Marathonien). Coupes IRM sagittales STIR et T1. Le trait de fracture est bien visible, sous la forme d'un hyposignal linéaire sur toutes les séquences (Flèches). Réaction osseuse « oedemateuse » adjacente (astérisques).

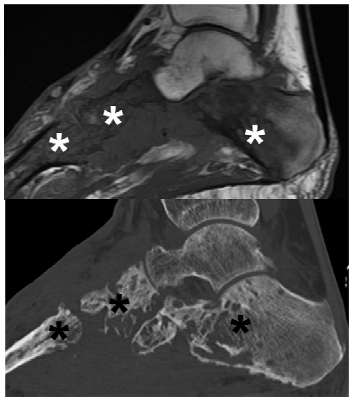


Figure 12 : Ostéomyélite (actinomycose). Coupe IRM sagittale T1 et reconstruction sagittale scannographique correspondante.
L'atteinte de la médullaire osseuse est visible sous la forme d'une anomalie de signal T1 étendue au talus, à l'os naviculaire jusqu'au métatarsien (astérisques). Le scanner visualise de multiples ostéolyses de la trame osseuse (astérisques).

4 Pathologies se manifestant essentiellement par une « réaction oedèmateuse» osseuse ou des parties molles

4a Enthèses: Aponévrose plantaire et tendon Achilléen

L'échographie détecte très bien les anomalies morphologiques et de structure de l'aponévrose plantaire et du tendon Achilléen. Elle est aussi sensible pour détecter des zones d'hyperhémie doppler au sein du tendon Achilléen.
Elle semble par contre moins performante pour la détection des hypersignaux doppler au sein de l'aponévrose plantaire, au niveau de son insertion calcanéenne. De plus, les anomalies adjacentes à l'enthèse atteinte ne sont pas détectées : « œdème » du spongieux adjacent, et des muscles environnants. Là encore, l'IRM permet de réaliser un bilan plus exhaustif (Figure 13). Ces constatations sont particulièrement gênantes en cas de recherche de maladie inflammatoire débutante (type spondylarthrite ankylosante).

4b Conflits postérieur

Le conflit postérieur résulte de la compression des structures situées entre le bord postérieur du tibia et le thalamus du calcaneus.

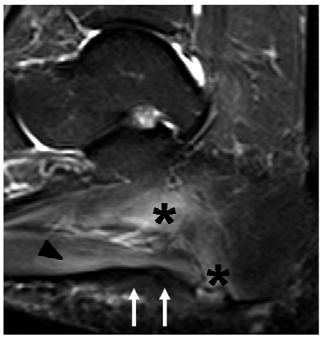


Figure 13 : « Fasciïte » plantaire. IRM coupe sagittale STIR. L'épaississement de l'aponévrose est bien détecté (flèches), ainsi que les réactions « oedèmateuses » osseuses (astérisques) et du muscle court fléchisseur plantaire (Tête de flèche) adjacent.

Si les éléments concernés sont osseux (os trigone et/ou processus postéro-latéral du talus) , on doit rechercher une fracture, une fragmentation osseuse, une pseudarthrose ou une simple contusion osseuse (Figure 14) : les radiographies (voir le scanner) et l'IRM sont les examens à demander ; l'échographie n'a pas de place.

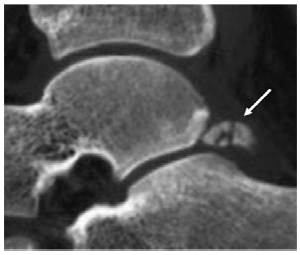


Figure 14 : Conflit postérieur. Scanner, reconstruction sagittale. Condensation et fragmentation d'un os trigone (Flèche), dans le cadre d'un conflit « osseux ».

Figure 15 : Conflit postérieur. IRM, coupe sagittale T1gadolinium, avec suppression de la graisse.
Réaction « inflammatoire » de la capsule et des tissus mous postérieurs (Flèche), anomalie de signal du bord postérieur du tibia et du talus (cercles).

S'il n'existe pas d'éléments osseux, l'IRM est l'examen de choix dans l'évaluation des parties molles (Figure 15).
Elle est fiable dans l'analyse des ligaments postérieurs (tibio-talien, intermalléolaire et talo-fibulaire postérieurs) et des anomalies capsulaires (9). Les ligaments sont souvent épaissis (10). L'IRM peut montrer une ténosynovite du long fléchisseur de l'hallux, une synovite tibio-talienne ou sous-talienne postérieure. Il existe souvent un œdème capsulaire postérieur, prédominant en postéro-latéral, et s'étendant dans la graisse de Kager (9). L'échographie semble également insuffisante pour l'étude des parties molles: les anomalies du LFH sont difficilement visibles dans son trajet rétrotalien, l'œdème capsulaire et de la graisse de Kager n'est classiquement pas visualisé. Elle se limite à éliminer une pathologie du tendon Achilléen, et parfois visualiser une distension de la gaine du LFH.

5 Autres

5a Ligaments et tendons

L'échographie permet un bilan précis de la plupart des lésions ligamentaires de l'ensemble des articulations du cou-de-pied, rapidement, de façon non traumatique et à moindres frais. Les ligaments les plus fréquemment atteints (ligaments collatéraux) sont parfaitement visibles (12), et c'est l'une des principales indications d'échographie en cas de doute clinique sur la topographie, le nombre de ligament atteints, ou sur la gravité de l'entorse (en complément des radiographies). L'étude des principaux tendons, de part leur topographie superficielle, pose également peu de problème (12). Il persiste cependant des ligaments non visibles en échographie, ou dont la sémiologie n'a pas encore été parfaitement décrite.

5a1 Complexe tendon tibial postérieur et spring ligament

La portion rétromalléolaire du TTP est bien visualisée par échographie, et la sémiologie échographique ne diffère pas de celle des autres tendons de la cheville.

La portion inframalléolaire du TTP est également bien analysée par échographie malgré les artéfacts d'anisotropie, mais l'imagerie d'une insuffisance du tendon tibial postérieur doit intéresser en plus, les autres éléments de soutien de l'arche interne du pied, et en particulier le spring ligament, les ligaments du sinus du tarse et l'aponévrose plantaire. Or, seul le faisceau supéro-médial du Spring est visible en échographie. La faiblesse de l'échographie est pour l'instant due à un défaut de connaissance des opérateurs sur l'anatomie du Spring, et surtout sur l'absence de description sémiologie des lésions de ce ligament. La littérature en IRM est nettement supérieure (13), avec des descriptions de ligaments normaux (signal intermédiaire T1, hyposignal T2, épaisseur inférieure à 4mm, Figure 16) et pathologiques (Figure 17).

La portion distale du tendon(enthèse) avec ses expansions est difficile à analyser par échographie. De plus, la présence d'un os naviculaire accessoire, peut modifier les rapports anatomiques et présenter une pathologie propre : en effet, un stress chronique peut produire une prolifération cartilagineuse et un remodelage de la synchondrose avec un tissu de granulation. L'ossicule peut se fracturer, voire se nécroser (Figure 18). L'échographie peut mettre en évidence au Doppler puissance les phénomènes inflammatoires de l'enthèse, une anomalie unilatérale de calibre et d'échostructure du tendon, une interruption corticale éventuelle de l'os accessoire (14). Mais l'IRM est la meilleure technique d'imagerie de l'enthèse avec une excellente résolution spatiale et surtout permet de dissocier les problèmes purement tendineux des pathologies de l'os accessoire comportant un œdème osseux traduisant un stress chronique (contusion, fracture) et/ou une osténécrose (15).

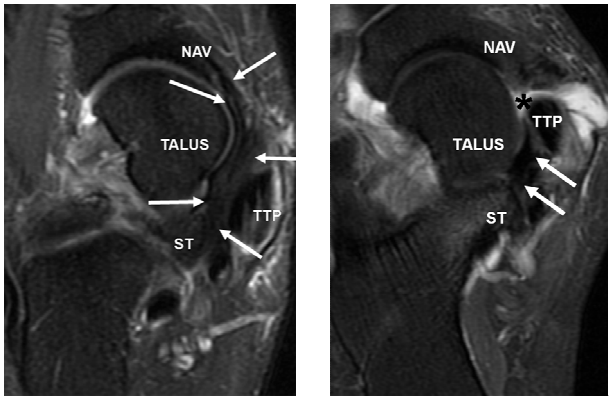


Figure 16: Spring ligament, aspect normal. IRM, coupe axiale T2 Fat-Sat. (ST :Sustentaculum tali, NAV : Naviculaire, TTP : Tendon Tibial Postérieur). Spring ligament normal bien visible en hyposignal T2 homogène, d'épaisseur inférieure à 4mm (Flèches).
Figure 17: Spring ligament, rupture distale. IRM, coupe axiale T2 Fat-Sat. (ST :Sustentaculum tali, NAV : Naviculaire, TTP : Tendon Tibial Postérieur). Le spring ligament est bien vu dans sa portion proximale (Flèches). La portion distale du ligament est rompue (Astérisque).

Figure 18: Nécrose d'un os naviculaire accessoire. IRM coupe axiale T1. L'os naviculaire accessoire (type II) est en signal T1 très bas, identique au signal cortical, en rapport avec une nécrose osseuse (Flèche).

5a2 Tendon long fléchisseur de l'hallux

Comme pour le cas du conflit postérieur, l'échographie est moins performante pour détecter les anomalies du LFH dans son trajet rétrotalien, en raison de son caractère profond et de son trajet contourné (Figure 19).

5a3 Ligaments tibio-fibulaires (16) et complexe ligamentaire latéral

Seul le ligament tibio-fibulaire antérieur est facilement accessible à l'échographie. Lors

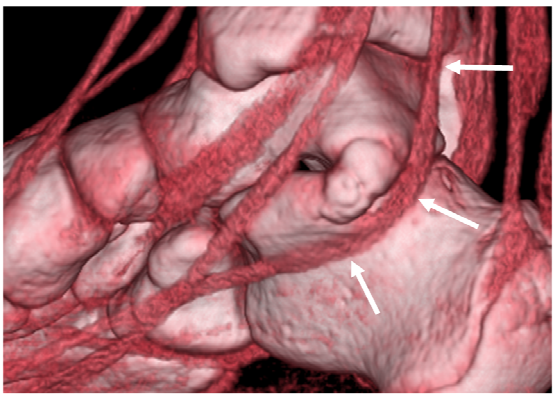


Figure 19: Tendon Long Fléchisseur de l'Hallux normal (LFH) Scanner, reconstruction volumique. Le tendon Long Fléchisseur de l'Hallux dans son trajet rétrotalien (Flèches), est difficilement visible en échographie, en raison de son caractère profond et de son trajet contourné.

d'une entorse, ce ligament apparaît hypoéchogène et épaissi. Le ligament tibio-fibulaire postérieur est plus difficilement visible en échographie.
Les faisceaux antérieur (talo-fibulaire antérieur) et moyen (calcanéo-fibulaire) du LLE, sont aisément détectés en échographie. Le faisceau postérieur (ligament talo-fibulaire postérieur) n'est que peu visible en échographie.
En pratique échographique courante, l'absence de visualisation de ces 2 ligaments pose peu de problème, car ils ne sont pratiquement jamais atteints isolément. Ils sont très bien visualisés par IRM (Figure 20).

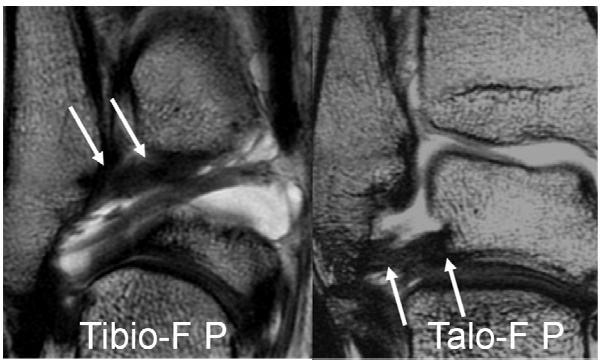


Figure 20: Arthro-IRM, coupes coronales. (Tibio-FP : ligament Tibio-Fibulaire Postérieur, Talo-FP : ligament Talo-Fibulaire Postérieur). Aspect IRM normal des ligaments tibio-fibulaire et talo-fibulaire postérieur (Flèches).

5a4 Ligament talo-calcanéen interosseux

Le ligament talo-calcanéen interosseux (articulation sous-talienne) est situé en profondeur, dans le sinus du tarse. Il n'est que peu et partiellement visible en échographie qui se contente de décrire l'aspect hyperéchogène (normal) ou hypoéchogène (possible signe indirect de lésion ligamentaire) du sinus du tarse.
L'IRM visualise directement le ligament, et son environnement graisseux normal (Figure 21).

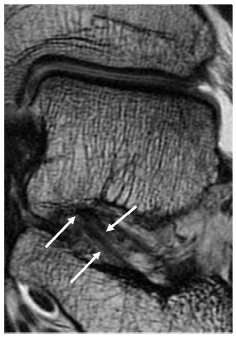


Figure 21: IRM, coupe coronale T2. Articulation sous-talienne normale
Très bonne visualsation du ligament talo-calcanéen interosseux (Flèches), et des expansions du faisceau inférieur du rétinaculum des extenseurs.

5b Involution graisseuse musculaire

A la cheville, l'involution graisseuse se voit principalement au niveau des muscles intrinsèques du pied (Court fléchisseur plantaire, Abducteurs du V et du I), dans le cadre d'un syndrome du tunnel tarsien. L'échographie semble à même de suivre le nerf tibial et ses branches, et de détecter les syndromes de masse (tumeur nerveuse, muscle accessoire, kyste, varices, ténosynovites etc…). Elle est par contre peu sensible pour détecter l'involution graisseuse débutante des muscles concernés (Figures 22A et B).

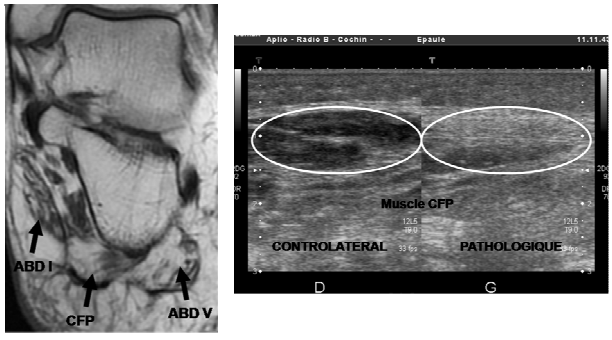


Figure 22A et B. Atrophie musculaire intrinsèque dans le cadre d'un syndrome du tunnel tarsien évolué.

A: IRM, coupe coronale T1. Involution lipomateuse des muscles abducteur du I, court fléchisseur plantaire et abducteur du V.

B: Coupe sagittale échographique du muscle court fléchisseur plantaire (coté controlatéral normal et coté atrophié). Le muscle court fléchisseur plantaire est hyperéchogène, en rapport avec l'atrophie graisseuse très évoluée. Cet aspect d'involution lipomateuse n'est classiquement pas détecté en échographie au stade débutant du syndrome canalaire.

5c Masse tumorale

Comme dans d'autres localisations, l'échographie a un rôle très limité en matière de pathologie tumorale, et l'IRM est l'examen de choix (Figure 23). Elle peut guider la biopsie en vue d'une analyse anatomopathologique.

Figure 23. IRM, coupe axiale T1. Synovialosarcome.
Masse en hyposignal T1, envahissant à la fois les structures osseuse et les parties molles adjacentes.

6 Conclusion

En complément des radiographies de cheville, l'échographie est une technique performante et facilement accessible qui permet, dans bon nombre de cas, de dresser un bilan lésionnel exhaustif. La technique comporte des limites (os cortical, spongieux, synoviale, corps étrangers, ligaments profonds etc…), qu'il faut connaître. De plus, une entorse simple peut ne pas être isolée ; il faut alors savoir recourir aux examens en coupe (scanner et surtout IRM), afin de ne pas méconnaître une association lésionnelle non visible par échographie.

1. Boutry N, Vanderhofstadt A, Peetrons P. Ultrasonography of anterosuperior calcaneal process fracture: report of 2 cases. J Ultrasound Med 2006; 25:381-385.
2. Wang CL, Shieh JY, Wang TG, Hsieh FJ. Sonographic detection of occult fractures in the foot and ankle. J Clin Ultrasound 1999; 27:421-425.
3. Brasseur JL, Zeitoun-Eiss D. [Impingement and kinesiology]. J Radiol 2007; 88:172-183.
4. Crim JR, Kjeldsberg KM. Radiographic diagnosis of tarsal coalition. AJR Am J Roentgenol 2004; 182:323-328.
5. Newman JS, Newberg AH. Congenital tarsal coalition: multimodality evaluation with emphasis on CT and MR imaging. Radiographics 2000; 20:321-332; quiz 526-327, 532.
6. Murphey MD, Rhee JH, Lewis RB, Fanburg-Smith JC, Flemming DJ, Walker EA. Pigmented villonodular synovitis: radiologic-pathologic correlation. Radiographics 2008; 28:1493-1518.
7. McCarthy CL, Wilson DJ, Coltman TP. Anterolateral ankle impingement: findings and diagnostic accuracy with ultrasound imaging. Skeletal Radiol 2008; 37:209-216.
8. Koch E, Hofer HO, Sialer G, Marincek B, von Schulthess GK. Failure of MR imaging to detect reflex sympathetic dystrophy of the extremities. AJR Am J Roentgenol 1991; 156:113-115.
9. Robinson P. Impingement syndromes of the ankle. Eur Radiol 2007; 17:3056-3065.
10. Lee JC, Calder JD, Healy JC. Posterior impingement syndromes of the ankle. Semin Musculoskelet Radiol 2008; 12:154-169.
11. Borne J, Fantino O, Besse J, Clouet P, Tran Minh V. [MR imaging of anatomical variants of ligaments, muscles and tendons at the ankle]. J Radiol 2002; 83:27-38.
12. Morvan G, Mathieu P, Busson J, Wybier M. [Ultrasonography of tendons and ligaments of foot and ankle]. J Radiol 2000; 81:361-380.
13. Mengiardi B, Zanetti M, Schottle PB, et al. Spring ligament complex: MR imaging-anatomic correlation and findings in asymptomatic subjects. Radiology 2005; 237:242-249.
14. Mosel LD, Kat E, Voyvodic F. Imaging of the symptomatic type II accessory navicular bone. Australas Radiol 2004; 48:267-271.
15. Miller TT, Staron RB, Feldman F, Parisien M, Glucksman WJ, Gandolfo LH. The symptomatic accessory tarsal navicular bone: assessment with MR imaging. Radiology 1995; 195:849-853.
16. Cheung Y, Perrich KD, Gui J, Koval KJ, Goodwin DW. MRI of isolated distal fibular fractures with widened medial clear space on stressed radiographs: which ligaments are interrupted? AJR Am J Roentgenol 2009; 192:W7-12.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE
L COURT, D MONTAGNON

L'échographie est toujours très présente dans la littérature internationale avec une place toujours importante pour l'épaule, les nerfs, et l'échographie interventionnelle.
Nous vous proposons une revue des principaux articles publiés ces derniers mois.

NOUVEAUTES EN ECHOGRAPHIE ET IRM MUSCULOSQUELETIQUES

What is new in ultrasound and magnetic resonance imaging for musculoskeletal disorders?

Cimmino MA, Grassi W.
Best Pract Res Clin Rheumatol. 2008 Dec;22 (6):1141-8.
Les progrés technologiques continuent avec des transducteurs de très haute fréquence, l'utilisation d'agents de contraste pour la quantification de l'activité doppler dans les rhumatismes inflammatoires mais également la possibilité d'utiliser des sondes 3D hautes fréquences qui permettent l'obtention d'un 3e plan de coupe jusqu'alors inaccessible à l'échographiste le tout associé au doppler. Les auteurs rappellent l'intérêt de l'élastographie, mais également la possibilité de fusion d'images avec l'IRM ou la TDM.
GEL ***

EPAULE
ECHOGRAPHIE DU PETIT ROND

Sonography of the teres minor: a study of cadavers.

Kim HM, Dahiya N, Teefey SA, Keener JD, Yamaguchi K.
AJR Am J Roentgenol. 2008 Mar;190(3):589-94
Etude cadavérique de l'aspect normal et des ruptures de l'insertion du petit rond. L'échographie est en mesure d'identifier l'insertion tendineuse et permet de détecter les ruptures bien que rare du petit rond.
GEL **

ECHOGRAPHIE DES FISSURES PARTIELLES DE COIFFE

Symptomatic partial rotator cuff tears: diagnostic performance of ultrasound and magnetic resonance imaging with surgical correlation.

Vlychou M, Dailiana Z, Fotiadou A, Papanagiotou M, Fezoulidis IV, Malizos K.

Acta Radiol. 2009 Jan;50(1):101-5.

Cet article étudie les résultats de l'échographie comparativement aux résultats de l'IRM dans les ruptures partielles de coiffe. Ces résultats sont identiques et l'article est un joli plaidoyer en faveur de l'échographie, plus rapide, dynamique et moins coûteuse.
A lire !
GEL ****

ARTHROGRAPHIE SOUS GUIDAGE ECHOGRAPHIQUE

Shoulder magnetic resonance arthrography: a prospective randomized study of anterior and posterior ultrasonography-guided contrast injections.

Koivikko MP, Mustonen AO.
Acta Radiol. 2008 Oct;49(8):912-7
Les auteurs concluent à la préférence de la voie postérieure, moins pénalisante en cas d'artéfacts liés à l'injection.
Excellent article permettant d'élargir les indications d'infiltration au secteur intra-articulaire de l'épaule et de permettre ainsi des infiltrations guidées ou des injection intra-articulaire de Gadolinium à proximité d'imageur par resonance magnétique.
GEL****

ETUDE ECHOGRAPHIQUE DE LA COIFFE CHEZ DES PATIENTS PARKINSONIENS

Ultrasonographic findings of shoulder disorders in patients with Parkinson's disease.

Koh SB, Roh JH, Kim JH, Oh K, Kim BJ, Kim GS, Park BK, Kim SJ, Yoon JS.
Mov Disord. 2008 Sep 15;23(12):1772-6.
Les anomalies tendineuses sont fréquentes particulièrement la rupture du tendon du supra-épineux atteint 22 fois. La sévérité des lesions est directement corrélée à la durée de la maladie. La capsulite rétractile est plus spécifique des formes rigides
GEL*

.

ECHOGRAPHIE DE L'EPAULE DOULOUREUSE: ROLE DE L'EXPERIENCE DE L'OPERATEUR

Sonography of the painful shoulder: role of the operator's experience.

Le Corroller T, Cohen M, Aswad R, Pauly V, Champsaur P.

Skeletal Radiol. 2008 Nov;37(11):979-86. Epub 2008 Jul 24

Les résultats sont rapportés au gold-standard qu'est l'arthro-IRM.

Il n'existe pas de différence significative d'interprétation pour les ruptures complètes entre l'analyse de l'expert et l'analyse du radiologue non spécialiste.

Un résultat voisin est obtenu pour les lesions de la longue portion du biceps, les anomalies de la bourse sous-acromiale ou l'atteinte de l'articulation acromio-claviculaire.

Une petite différence en faveur de l'expert est retrouvée pour analyser les ruptures partielles et les délaminations.

La conclusion des auteurs est que l'échographie est une méthode fiable et reproductible pour analyser les éléments les plus fréquemment atteints dans l'épaule douloureuse même quand elle est pratiquée par un radiologiste non spécialiste.

Article très intéressant permettant de répondre à l'éternelle objection concernant l'opérateur-dépendance.

GEL ****

ECHOGRAPHIE VERSUS IRM ET CHIRURGIE DANS LES RUPTURES DE COIFFE

Ultrasonography of symptomatic rotator cuff tears compared with MR imaging and surgery.

Fotiadou AN, Vlychou M, Papadopoulos P, Karataglis DS, Palladas P, Fezoulidis IV.

Eur J Radiol. 2008 Oct;68(1):174-9. Epub 2007 Dec 21

Comparaison entre l'IRM et les ultrasons dans les ruptures complètes et partielles de la coiffe sur 96 patients, dont 88 ont bénéficié d'une arthroscopie.

Les ultrasons ont été realisés par un médecin qui a deux ans d'expérience ; les IRM par deux médecins qui ont 15 ans et 6 ans d'expérience ; l'examen IRM a eu lieu moins de 3 semaines après les ultrasons.

L'analyse statistique des résultats montre une grande similitude entre les ultrasons et l'IRM, à la fois pour les ruptures complètes et les ruptures partielles.

Le caractère dynamique des ultrasons, l'absence d'effet pour le patient, sa rapidité relative et son coût faible, incitent à proposer l'échographie de la coiffe comme l'examen de première intention lorsqu'il n'y a pas de suspicion clinique d'une autre pathologie associée.

GEL ****

ECHOGRAPHIE DE L'OS ACROMIAL INSTABLE

Role of sonography in the evaluation of unstable os acromiale.

Smith J, Dahm DL, Newcomer-Aney KL.

J Ultrasound Med. 2008 Oct;27(10):1521-6. No abstract available

Cet article insiste sur l'intérêt de l'échographie dans le diagnostic de l'os acromial douloureux grâce au caractère dynamique de l'exploration, observé lors des manoeuvres manuelles. L'intérêt de l'échographie réside aussi dans la possibilité de guider une injection qui pourra être à la fois diagnostique et thérapeutique.

GEL **

ECHOGRAPHIE DE LA COIFFE

Shoulder ultrasound imaging-integrating anatomy, biomechanics and disease processes.

Allen GM.

Eur J Radiol. 2008 Oct;68(1):137-46. Epub 2008 Apr 21. Review

REVUE GENERALE montrant la réalisation de l'examen et étudiant la sémiologie.

GEL **

NERFS

ECHOGRAPHIE DES NERFS PERIPHERIQUES

Ultrasound of the peripheral nerves.

Bianchi S.

Joint Bone Spine. 2008 Dec;75(6):643-9. Epub 2008 Sep 26.

L'échographie des nerfs périphériques deviendrait presque simple après la lecture de cet article de notre maître à tous. De l'aspect normal au pathologique, toujours indispensable.

GEL ****

ECHOGRAPHIE DU CANAL CARPIEN

Sonography and electrodiagnosis in carpal tunnel syndrome diagnosis, an analysis of the literature.

Seror P.

Eur J Radiol. 2008 Jul;67(1):146-52. Epub 2007 Jul 31. Review

Revue critique de la littérature concernant l'apport de l'échographie dans le diagnostic du syndrome du canal carpien, point de vue de l'électromyographiste. L'échographie ne répond, pour l'auteur, que partiellement aux questions posées dans le cas de paresthésies du membre supérieur et notamment sur le mécanisme axonal ou démyélinisant de l'atteinte. Effectivement l'échographie n'a pas vocation à remplacer l'EMG, mais est complémentaire dans le diagnostic notamment pour identifier une cause locale.

GEL ***

Carpal tunnel syndrome: ultrasound, neurophysiology, clinical and patient-oriented assessment.

Padua L, Pazzaglia C, Caliandro P, Granata G, Foschini M, Briani C, Martinoli C.

Clin Neurophysiol. 2008 Sep;119(9):2064-9. Epub 2008 Jul 11.

Cette complémentarité est confirmée dans cette étude montrant une nouvelle fois l'intérêt de l'échographie dans le syndrome du canal carpien, avec un seuil pathologique de 10mm² à l'entrée du canal et une meilleure sensibilité du couple écho – EMG comparativement aux 2 techniques prises isolément.

GEL **

Diagnostic utility of ultrasonography versus nerve conduction studies in mild carpal tunnel syndrome.

Mondelli M, Filippou G, Gallo A, Frediani B.

Arthritis Rheum. 2008 Mar 15;59(3):357-66. Review

Les auteurs rappellent la complémentarité entre l'échographie et l'EMG. Echo et EMG restent normaux chez 23,5% des patients atteints d'un syndrome du canal carpien peu sévère avec une surface du nerf à l'entrée du canal retenue comme pathologique si supérieure à 10,5mm².

GEL ***

Carpal tunnel syndrome assessment with US: value of additional cross-sectional area measurements of the median nerve in patients versus healthy volunteers.

Klauser AS, Halpern EJ, De Zordo T, Feuchtner GM, Arora R, Gruber J, Martinoli C, Löscher WN.

Radiology. 2009 Jan;250(1):171-7. Epub 2008 Nov 26.

Les auteurs proposent de mesurer la différence de surface de section du nerf médian entre l'entrée du canal et plus en amont en regard du carré pronateur. Une différence de 2 mm² était retenue comme valeur seuil avec une sensibilité de 99% et une spécificité de 100%.

GEL ***

ECHOGRAPHIE DES NEUROPATHIES DU NERF ULNAIRE

Ultrasonography in ulnar neuropathy at the elbow: relationships to clinical and electrophysiological findings.

Mondelli M, Filippou G, Frediani B, Aretini A.Neurophysiol Clin. 2008 Aug;38(4):217-26. Epub 2008 Jun 12

Les auteurs ont étudié les signes ultrasonores de la neuropathie du nerf cubital au coude par analogie avec les signes décrits dans le syndrome du tunnel carpien.

L'étude a porté sur 33 patients avec mesure de la surface du nerf avant la gouttière ulnaire et dans la gouttière ulnaire. Ces valeurs sont corrélées aux données cliniques avec mesure de la douleur et aux résultats électromyographiques. S'il existe incontestablement des modifications dans la pathologie clinique du nerf ulnaire, celles-ci sont mises en evidence dans moins de la moitié des cas. L'explication se trouve probablement dans les variations fréquentes du volume du nerf et dans la difficulté de mesurer précisément cette surface du trajet flexueux du nerf ulnaire avant et dans la gouttière.

GEL **

Ultrasonographic swelling ratio in the diagnosis of ulnar neuropathy at the elbow.

Yoon JS, Walker FO, Cartwright MS.

Muscle Nerve. 2008 Oct;38(4):1231-5.

Etude de patients porteurs d'une neuropathie ulnaire avec calcul d'un ratio entre la surface du nerf à son point le plus large, rapporté à la surface du nerf en amont de l'obstacle. Ce ratio est compris entre 2,9 et 2,8 : 1 comparativement à 1:1 pour le sujet normal. Ce ratio permet de distinguer les véritables névrites ulnaires avec hypertrophie des autres causes d'élargissement nerveux comme les poly-neuropathie ou l'obésité.

GEL **

POIGNET

ECHOGRAPHIE DANS LES RHUMATISMES INFLAMMATOIRES

Diagnosis of synovitis by ultrasonography in RA: A one-year experience is enough for reliability on static images.

Rosenberg C, Etchepare F, Fautrel B, Bourgeois P .

Joint Bone Spine. 2009 Jan;76(1):35-8. Epub 2008 Nov 7.

Très bonne corrélation intra-observateur et inter-observateur dans le diagnostic des synovites, l'étude étant toutefois réalisée sur des relectures de coupes statiques.

GEL **

Etanercept in the treatment of rheumatoid arthritis: clinical follow-up over one year by ultrasonography.

Iagnocco A, Perella C, Naredo E, Meenagh G, Ceccarelli F, Tripodo E, Basili S, Valesini G.

Clin Rheumatol. 2008 Apr;27(4):491-6. Epub 2007 Oct 19.

Les auteurs montrent l'intérêt de l'échographie dans le suivi des patients sous anti-TNF avec un score échographique classant de 0 à 3 (normale à sévère) l'activité inflammatoire (synovites et hyperhémie doppler) et les dommages structuraux (érosions osseuses).

GEL ***

ECHOGRAPHIE DES MASSES DU POIGNET ET DE LA MAIN

Sonography of masses of the wrist and hand.

Bianchi S, Della Santa D, Glauser T, Beaulieu JY, van Aaken J.

AJR Am J Roentgenol. 2008 Dec;191(6):1767-75. Review.

Aspect échographique des masses du poignet, le tout accompagné d'une magnifique iconographie. Indispensable.

GEL ****

ECHOGRAPHIE DES LIGAMENTS EXTRINSEQUES DU CARPE

High-resolution ultrasound anatomy of extrinsic carpal ligaments.

Lacelli F, Muda A, Sconfienza LM, Schettini D, Garlaschi G, Silvestri E.

Radiol Med. 2008 Jun;113(4):504-16. Epub 2008 May 20.

Aspect échographique des ligaments extrinsèques du carpe sur volontaire sain. Excellent rappel anatomique même s'il est toujours aussi difficile de les mémoriser en vue d'une application en pratique quotidienne. Les aspects pathologiques restent à définir ainsi que leurs rôles dans l'instabilité du carpe.

GEL ***

PIED

ECHOANATOMIE NORMALE DE L'APONEVROSE PLANTAIRE

Anatomical features of plantar aponeurosis: cadaveric study using ultrasonography and magnetic resonance imaging.

Moraes do Carmo CC, Fonseca de Almeida Melão LI, Valle de Lemos Weber MF, Trudell D, Resnick D.

Skeletal Radiol. 2008 Oct;37(10):929-35. Epub 2008 Jun 25

Anatomie normale de l'aponévrose plantaire, confrontation échographique, IRM sur cadavre. Les auteurs décrivent 3 portions : centrale, latérale et médiale.

La portion centrale du calcanéus jusqu'aux têtes métatarsiennes par 5 fascicules.

Une portion latérale qui s'insère sur le bord latéral du calcanéus et se divise en 2 bandes : une bande médiale insérée sur la plaque plantaire du 3e rayon, une bande latérale sur la base du 5e métatarsien.

Une portion médiale qui couvre le muscle long abducteur du pouce.

Toutes ces structures bien visibles à l'IRM le sont également en échographie.

GEL **

ECHOGRAPHIE DE LA CHEVILLE DANS LES FRACTURES INSTABLES

Ultrasonographic examination of the deltoid ligament in bimalleolar equivalent fractures.

Chen PY, Wang TG, Wang CL.

Foot Ankle Int. 2008 Sep;29(9):883-6

L'échographie en montrant une rupture du ligament deltoïde chez des patients présentant une fracture fibulaire permet d'orienter vers une fracture instable et donc un traitement chirurgical.

GEL **

ECHOGRAPHIE DU SPRING LIGAMENT

Comparison of sonography and magnetic resonance imaging for spring ligament abnormalities: preliminary study.

Harish S, Kumbhare D, O'Neill J, Popowich T.
J Ultrasound Med. 2008 Aug;27(8):1145-52.

Les auteurs rappellent l'importance du spring ligament et du tibial postérieur dans la stabilité du médio-pied. Une concordance de 100% chez le sujet normal et de 94% en cas d'atteinte du spring ligament et du tibial postérieur entre l'échographie et l'IRM.

GEL ***

INTERVENTIONNEL

INTERVENTIONNEL ECHOGUIDE

Musculoskeletal ultrasound intervention: principles and advances.

Louis LJ.
Radiol Clin North Am. 2008 May;46(3):515-33, vi. Review

Rappel des différentes techniques et indications d'écho guidage. Injections intra-articulaires, péri-articulaires (kystes, bursites) mais également intra tendineuses. Il confirme la nécessité de ne pas injecter de corticostéroïdes en intra tendineux mais évoque d'autres techniques qui semblent efficaces : injections intra tendineuses de sang autologue, prolothérapie (injection de substance irritante de type dextrose au sein du tendon pour provoquer une réaction inflammatoire et donc une prolifération fibroblastique et la synthèse de collagène).

GEL ***

Ultrasound-guided therapeutic procedures in the musculoskeletal system.

del Cura JL.
Curr Probl Diagn Radiol. 2008 Sep-Oct;37 (5):203-18.

Autre revue des différentes indications, contre-indications et complications du guidage échographique. Peu de nouveauté si ce n'est la prescription d'une antibiothérapie prophylactique dans les cas de ponctions répétées de kyste ou d'hématome pour cette équipe espagnole.

GEL **

EXTRACTION ECHOGUIDEE DES CORPS ETRANGERS

Ultrasound-guided removal of foreign bodies: personal experience.

Callegari L, Leonardi A, Bini A, Sabato C, Nicotera P, Spano' E, Mariani D, Genovese EA, Fugazzola C.
Eur Radiol. 2009 Jan 20.

Les auteurs proposent une extraction échoguidée des corps étrangers quelques soient leurs natures. Sous anesthésie locale, l'extraction écho guidée permet un gain de temps, une voie d'abord réduite et donc des conséquences esthétiques moindres comparée à un abord chirurgical.

GEL ***

ECHOGRAPHIE INTERVENTIONNELLE DE LA MAIN ET DU POIGNET

Ultrasound-guided interventional procedures of the wrist and hand.

Teh J, Vlychou M.
Eur Radiol. 2008 Nov 15.

Kystes, Ténosynovites, De Quervain, doigt à ressaut, canal carpien, biopsies synoviales. Les auteurs confirment la nécessité d'utiliser des aiguilles de gros calibre (18G) pour les kystes du poignet la plupart du temps gélatineux. Très belle iconographie.

GEL ***

INFILTRATION SOUS ACROMIALE ECHO GUIDEE VERSUS CORTICOIDES IM

Subacromial ultrasound guided or systemic steroid injection for rotator cuff disease: randomised double blind study.

Ekeberg OM, Bautz-Holter E, Tveitå EK, Juel NG, Kvalheim S, Brox JI.

BMJ. 2009 Jan 23;338:a3112. doi: 10.1136/bmj.a3112.

Pas de différence significative pour cette équipe norvégienne entre injection de corticoïde intra bursale et injection systémique intramusculaire à 6 semaines.

Les auteurs reconnaissent que l'injection de lidocaïne intra bursale dans le groupe témoin a pu minimiser les résultats.

GEL **

INJECTION SOUS ACROMIALE D'ACIDE HYALURONIQUE

Clinical evaluation of sodium hyaluronate in the treatment of patients with sopraspinatus tendinosis under echographic guide: experimental study of periarticular injections.

Meloni F, Milia F, Cavazzuti M, Doria C, Lisai P, Profili S, Meloni GB.

Eur J Radiol. 2008 Oct;68(1):170-3. Epub 2007 Dec 21.

Essai d'injection d'acide hyaluronique péri tendineuse dans les tendinopathies du supra spinatus versus sérum physiologique. Les auteurs montrent une efficacité de ce type d'infiltration au prix d'un lourd protocole : 5 injections à une semaine d'intervalle…

GEL **

BLOC ANESTHESIQUE POPLITE ECHOGUIDE

Ultrasound guidance improves the success of sciatic nerve block at the popliteal fossa.

Perlas A, Brull R, Chan VW, McCartney CJ, Nuica A, Abbas S.

Reg Anesth Pain Med. 2008 May-Jun;33(3):259-65.

Un article parmi de nombreux confirmant l'intérêt des blocs anesthésiques sous guidage échographique avec ici pour le bloc poplité une meilleur efficacité sans augmenter le temps ni les complications de la procédure.

GEL **

LE GLOSSAIRE DE SHAKESPEARE : LA CHEVILLE
J ADOLPHE

Nomenclature internationale anglaise	nomenclature internationale francisée	ancienne dénomination en français
Achilles tendon	tendon calcanéen	tendon d'Achille
anterior talofibular ligament	ligament talofibulaire antérieur	faisceau antérieur du LLE
anterior tibiofibular ligament	ligament tibiofibulaire antérieur	ligament péronéo-tibial antérieur
bifurcate ligament	ligament bifurqué	ligament de Chopart
calcaneofibular ligament	ligament calcanéo-fibulaire	faisceau moyen du LLE
calcaneus	calcanéus	calcanéum
deep peroneal nerve	nerf fibulaire profond	nerf tibial antérieur
dorsal talonavicular ligament	ligament talo-naviculaire dorsal	ligament astragalo-scaphoïdien supérieur
dorsalis pedis artery	artère dorsale du pied	artère pédieuse
extensor digitorum brevis muscle	m. court extenseur des orteils	muscle pédieux
extensor digitorum longus muscle	m. long extenseur des orteils	m. extenseur commun des orteils
flexor digitorum longus muscle	m. long fléchisseur des orteils	m. long fléchisseur commun des orteils
flexor hallucis longus muscle	m. long fléchisseur de l'hallux	m. long fléchisseur propre du gros orteil
flexor retinaculum	retinaculum des fléchisseurs	ligament annulaire interne du tarse
greater saphenous vein	veine grande saphène	veine saphène interne
inferior extensor retinaculum	retinaculum inférieur des extenseurs	lame inférieure du ligament annulaire antérieur du tarse
inferior peroneal retinaculum	retinaculum inférieur des fibulaires	lame inférieure du ligament annulaire externe du tarse
intermediate cuneiform	os cunéïforme intermédiaire	deuxième cunéïforme
lateral cuneiform	os cunéïforme latéral	troisième cunéïforme
lateral head gastrocnemius	m. gastrocnémien mlatéral	m. jumeau externe
lesser saphenous vein	veine petite saphène	veine saphène externe
m. extensor hallucis longus muscle	m. long extenseur de l'hallux	m. extenseur propre du gros orteil
malleolus (lateral/medial)	malléole (latérale/médiale)	malléole (externe/interne)
medial cuneiform	os cunéïforme médial	premier cunéïforme
medial head gastrocnemius	m. gastrocnémien médial	m. jumeau interne
navicular bone	os naviculaire	scaphoïde tarsien
peroneal artery	artère fibulaire	artère péronière
peroneal trochlea	trochlée des fibulaires	tubercule des péroniers
peroneus brevis muscle	m. court fibulaire	m. court péronier latéral
peroneus longus muscle	m. long fibulaire	m. long péronier latéral
plantar calcaneonavicular ligament (spring lig.)	ligament calcanéo-naviculaire plantaire	lig. calcanéo-scaphoïdien inférieur (lig. glénoïdien)
plantar fascia	aponévrose plantaire	aponévrose plantaire superficielle
plantaris muscle	m. plantaire	m. plantaire grêle
plantaris tendon	tendon du plantaire	tendon du plantaire grêle
posterior tibial artery	artère tibiale postérieure	artère tibiale postérieure
quadratus plantae muscle	m. carré plantaire	chair carrée de Sylvius (m. accessoire du long fléchisseur)
soleus muscle	m. soléaire	m. soléaire
styloid process 5th metatarsal	tubérosité du Véme métatarsien	tubercule du Vème métatarsien
subtalar joint	articulation sous-talienne (subtalaire)	articulation sous-astragalienne
superficial peroneal nerve	nerf fibulaire superficiel	nerf musculocutané de la jambe
superior extensor retinaculum	retinaculum supérieur des extenseurs	lame supérieure du ligament annulaire antérieur du tarse
superior peroneal retinaculum	retinaculum supérieur des fibulaires	lame supérieure du ligament annulaire externe du tarse
sural nerve	nerf sural	nerf saphène externe
sustentaculum tali	sustentaculum tali	sustentaculum tali
talocalcaneal interosseous ligament	ligament interosseux	ligament calcanéo-astragalien (en haie)
talocrural joint	articulation talocrurale	articulation tibio-tarsienne
talofibular joint	articulation talo-fibulaire	articulation péronéo-astragalienne
talus	talus	astragale
tarsometatarsal joint	articulation tarso-métatarsienne	articulation de Lisfranc
tibialis anterior muscle	m. tibial antérieur	m. jambier antérieur
tibialis nerve	nerf tibial	nerf tibial postérieur
tibialis posterior muscle	m. tibial postérieur	m. jambier postérieur
transverse tarsal joint	articulation médio-tarsienne	articulation de Chopart

CAS CLINIQUE

JACQUES ADOLPHE

CAS CLINIQUE : *une EPAULE de VTTiste*

Sportif de 38 ans VTTiste, ancien judoka de haut niveau.
Douleurs scapulo-dorsales droites spontanées, non traumatiques.
On vous propose pour le diagnostic :

(Fig. n°1) : les quatre coupes échographiques « princeps » de coiffe du côté droit symptomatique (D S), avec au dessus les coupes axiale et sagittale antérieures au niveau du tendon du long biceps, et au dessous les coupes coronale et sagittale proprement dite de coiffe.

(Fig. n°2) : une photographie du dos du patient.

Quelle est votre orientation diagnostique ?

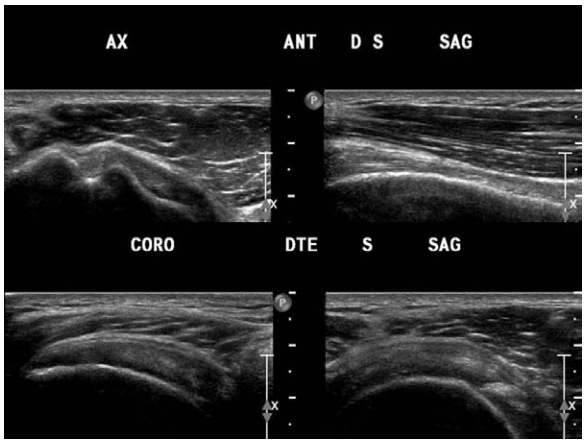


Figure 2

Figure 1

REPONSE

Les quatre coupes échographiques proposées *(Fig.n°1)* n'objectivent effectivement aucune anomalie particulière. Mais comme le suggère la photographie jointe, *(Fig.n°2)* il faut être systématique, et toujours s'intéresser aussi à la région postérieure de l'épaule!

Les coupes postérieures au niveau du défilé spinoglénoïdal *(Fig.n°3)*, montrent une volumineuse formation kystique, bien visible en coupe parasagittale et axiale postérieures et en vue axiale panoramique postérieure. A noter la proximité du kyste et du bourrelet glénoïdien postérieur (BGP).

Sur les coupes (para)sagittales postérieures gauches et droites comparatives *(Fig. n°4)*, on voit le kyste apparaître du côté droit. Mais la comparaison gauche/droite avec les mêmes réglages échographiques permet également d'objectiver une hyperéchogénicité du corps musculaire de l'infra-épineux (astérisque) du côté symptomatique. Hyperéchogénicité qui illustre une involution graisseuse musculaire. Cette involution est associée à une amyotrophie. L'infra-épineux étant quasiment sous-cutané à ce niveau, c'est cette amyotrophie que vous avez repérée cliniquement dès l'inspection *(*Photo. *Fig.n°2)*

Quel est le rapport entre le kyste et l'atteinte de l'infraépineux ?
Le nerf supra-scapulaire, nerf mixte (C5-C6) moteur pour le supra et l'infraépineux après avoir traversé l'incisure scapulaire (ancienne échancrure coracoïdienne) passe au niveau du défilé spinoglénoïdal (ancienne échancrure spinoglénoïdienne) où sa branche infra-épineuse entre en conflit avec le kyste qui la comprime. *(Fig. n°5 :* illustration issue de Diagnostic Imagiong Orthopaedics*)* .

Pourquoi un kyste à ce niveau ? Comme pour un kyste méniscal, le kyste de l'échancrure se développe au voisinage d'une lésion du bourrelet glénoïdien postérieur. (Il peut s'agir d'une lésion fissuraire ancienne qui n'est pas –ou plus- toujours forcément retrouvée). C'est pourquoi ce kyste spino-glénoïdal est aussi souvent appelé kyste labral (labrum = bourrelet glénoïdien).

L'IRM *(Fig. n°6)* retrouve le kyste en hyper signal T2, tandis qu'en T1 (en limite d'un champ trop petit !) on note des traînées hyper T1, d'involution graisseuses de l'infra-épineux (flèches).

Le diagnostic retenu est celui d'une neuropathie de l'infra-épineux par compression du rameau infra-épineux du nerf supra-scapulaire au niveau du défilé spino-glénoïdal du fait d'un volumineux kyste labral , vraisemblablement en rapport avec une « vieille pathologie » du bourrelet glénoïdien postérieur chez un sportif.

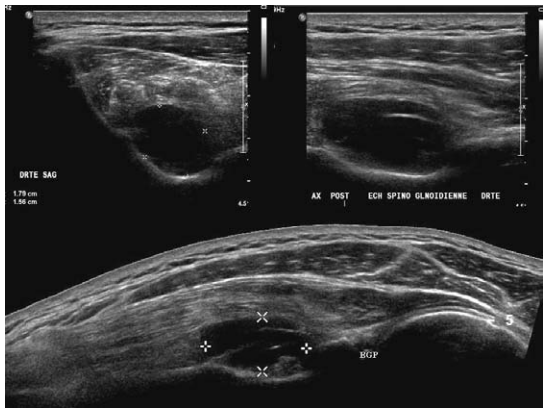


Figure 3

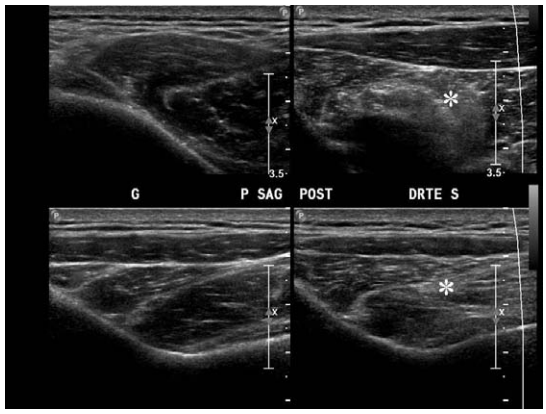


Figure 4

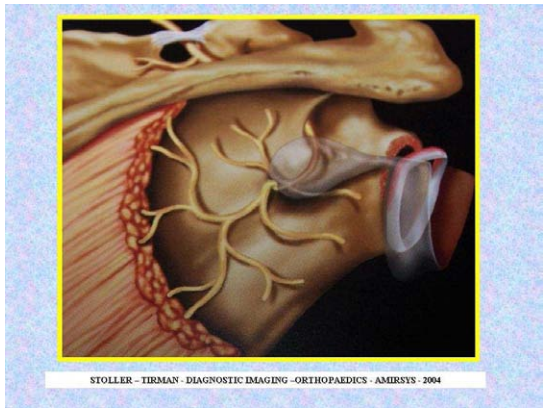


Figure 5

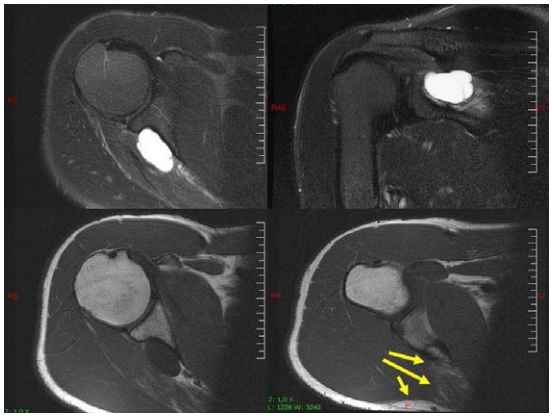


Figure 6

Prochains ateliers d'échographie de la SIMS

Samedi 26 septembre 2009

STRASBOURG

Organisés par Denis Matter

Thèmes :

- Exploration du membre supérieur

Renseignements et inscription :

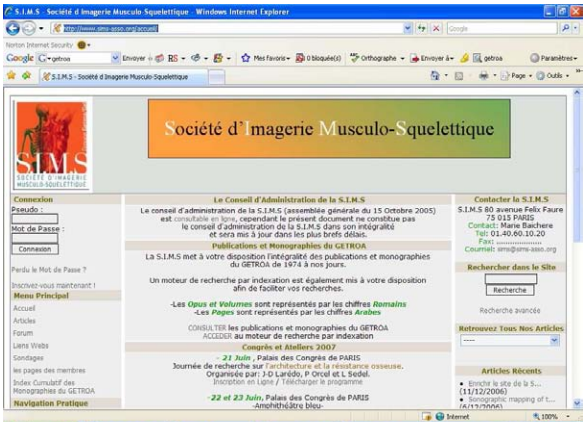
denismatter@hotmail.com

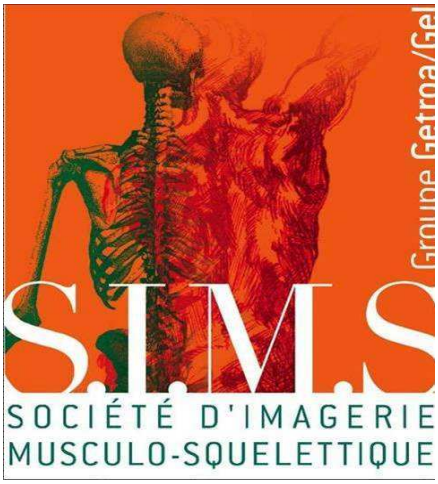
Journées d'imagerie ostéo-articulaire de la Pitié-Salpêtrière

Lundi 14 Décembre 2009
Salons de l'Aveyron 17 rue de l'Aubrac 75012 Paris

Dans les salons de l'Aveyron à Bercy, les journées d'imagerie de la Pitié-Salpêtrière aborderont les " ACTUALITES en ECHOGRAPHIE de L'APPAREIL LOCOMOTEUR". Des démonstrations pratiques seront réalisées durant cette journée. Un livre rassemblant les textes des exposés sera remis aux participants.
Contact :
Tel : 01 42 17 69 62 Fax : 01 42 17 63 38
mail : sandrine.brogniart@psl.ap-hop-paris.fr

Page d'accueil du site internet de la SIMS
www.sims-asso.org




Groupe Getroa/Gel
S.I.M.S
SOCIÉTÉ D'IMAGERIE
MUSCULO-SQUELETTIQUE