

NANTES UNIVERSITÉ

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2024

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Diplôme d'études spécialisées de médecine d'urgence

par

Lucas MOUSQUES

Présentée et soutenue publiquement le 15 octobre 2024

Faisabilité et sécurité de l'intégration de l'échographie clinique dans l'identification des lésions du ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL) chez les patients pris en charge aux urgences pour une entorse de la cheville, étude « ECHOLIG »

Président : Professeur Emmanuel MONTASSIER

Directeur de thèse : Docteur Christophe BERRANGER



Table des matières

Table des matières	1
Remerciements.....	2
1 Généralités	3
2 Lésions aiguës isolées de la syndesmose tibio-fibulaire distale	3
2.1 Anatomie.....	3
2.2 Biomécanique	5
2.3 Diagnostic	6
2.3.1 Arthroscopie	6
2.3.2 Examen clinique	6
2.3.3 Radiographies	6
2.3.4 Scanner.....	6
2.3.5 IRM.....	7
2.3.6 Echographie	7
2.4 Prise en charge	7
3 Objectif de l'étude	8
4 Méthodes.....	9
4.1 Design de l'étude et participants.....	9
4.2 Méthodes	9
4.3 Analyses statistiques.....	11
5 Résultats	11
5.1 Participants	11
5.2 Résultats	13
5.2.1 Interprétabilité et difficulté de réalisation de l'ECMU (lésions osseuses incluses).....	13
5.2.2 Performances diagnostiques de l'ECMU : analyses principales.....	14
5.2.3 Performances diagnostiques de l'ECMU : analyses secondaires.....	15
5.2.4 Performances diagnostiques de l'examen clinique (lésions osseuses exclues)	16
5.2.5 Adéquation de la prise en charge (lésions osseuses exclues)	16
6 Discussion	17
7 Conclusion.....	18
Références	19
Annexes	25



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de thèse, le Dr. BERRANGER Christophe pour son encadrement et sa confiance tout au long de ce travail de recherche.

Je remercie le Pr. MONTASSIER Emmanuel qui me fait l'honneur d'être Président de mon jury de thèse.

Je tiens tout particulièrement à remercier le Dr. REDON Hervé et le Dr. KRA Anoancès pour leur participation à l'étude en tant qu'experts. Je remercie infiniment le Dr. LE BASTARD Quentin pour son aide dans la mise en place du protocole de recherche. Je tiens par la même occasion à remercier le Dr. ARNAUDET Idriss, le Dr. PES Philippe et le Pr. LE CONTE Philippe pour leurs conseils avisés.

Je suis particulièrement reconnaissant de l'implication des médecins urgentistes de l'Hôpital Privé du Confluent dans le protocole de recherche.

Mes remerciements vont également à l'ensemble de l'équipe pédagogique du département de médecine de l'Université Paris Descartes et de l'Université de Nantes pour leur enseignement de qualité, ainsi qu'aux équipes médicales et paramédicales avec lesquelles j'ai eu jusqu'ici l'occasion de travailler.

Je remercie chaleureusement les professeurs du collège et du lycée Saint-Louis Blanche de Castille à Villemomble pour leur dévouement et le temps passé à leurs côtés.

Je dédie ce travail à mes parents Dominique et Gérard MOUSQUES, ainsi qu'à mes grands-parents, ma tante Véronique BODIN-BOURLIER et son conjoint Claude BOURLIER pour leur soutien sans relâche.

Une dédicace spéciale à mes amis parisiens de part et d'autre du périphérique, Marine, Ricardo, Julie, Yann, Corentin, Esther, Ilana, Chloé, Caroline, et tant d'autres pour tous les moments partagés, souvent joyeux et quelquefois parsemés d'incertitudes.

Je ne saurais oublier bien évidemment mes amis nantais (natifs comme importés) et toute la fine équipe du « DESMURGE » pour ces trois dernières années, riches d'apprentissage.



1 Généralités

L'entorse de cheville représente la pathologie traumatique la plus fréquente. En France, on dénombre près de 6 500 consultations par jour aux urgences pour ce motif ¹. Son incidence est estimée entre 2 et 7/1000 personnes par an en population générale, sur la base des données de services d'urgence ². Aux Pays-Bas, le taux d'incidence globale enregistré dans toutes les structures de soins confondues est 5.5 fois plus élevé que celui enregistré dans les services d'urgence ³. Elle survient lors d'une activité sportive dans la moitié des cas seulement ².

Elle concerne dans environ 75% des cas le complexe ligamentaire latéral (ligament talo-fibulaire antérieur, ligament calcanéo-fibulaire et ligament talo-fibulaire postérieur). Dans 15 à 35% des cas, une lésion du ligament deltoïde est retrouvée, seule ou en association. Dans les séries les plus récentes, une lésion de la syndesmose tibio-fibulaire distale est retrouvée dans 8 à 33% des cas, seule ou en association ⁴⁻¹¹. Enfin, une fracture est identifiée dans moins de 15% des cas ¹².

La réalisation de radiographies de la cheville est préconisée en présence de critères d'Ottawa. Les critères d'Ottawa ont une sensibilité proche de 100% et une spécificité de l'ordre de 25 à 30% pour identifier une fracture associée ^{12,13}.

La sévérité des entorses de cheville est classiquement divisée en 3 grades. Les entorses de grade I correspondent à un étirement ligamentaire sans rupture macroscopique. L'articulation est stable, il y a peu ou pas d'impotence fonctionnelle, l'œdème et la sensibilité sont minimes. Les entorses de grade II correspondent à une rupture ligamentaire partielle. L'articulation est légèrement à modérément instable, l'impotence fonctionnelle, l'œdème et la sensibilité sont modérés. Les entorses de grade III correspondent à une rupture ligamentaire complète. L'instabilité et l'impotence fonctionnelle sont sévères, l'œdème et la sensibilité sont marqués ¹³⁻¹⁵. Cependant, la corrélation anatomoclinique est faible ¹⁶ et cette classification n'a que peu d'utilité pour guider la prise en charge (cf. infra).

Le traitement des entorses du complexe ligamentaire latéral de cheville repose préférentiellement sur un traitement fonctionnel à l'aide d'une orthèse stabilisatrice de cheville pendant 4 à 6 semaines ^{13-15,17}. Une immobilisation de courte durée (≤ 10 jours) par botte plâtrée peut être proposée en cas de présentation clinique sévère ^{18,19} mais son intérêt est discuté. La chirurgie ne doit être proposée qu'exceptionnellement à la phase aigüe (ex : athlètes professionnels) et sera réservée aux cas d'instabilité chronique de cheville ^{13,15,17}.

Les lésions isolées du ligament deltoïde sont habituellement stables et peuvent bénéficier d'un traitement conservateur, dont les modalités sont discutées dans la littérature ^{15,20-22}.

2 Lésions aiguës isolées de la syndesmose tibio-fibulaire distale

Une lésion isolée de la syndesmose tibio-fibulaire distale est définie par une ou plusieurs lésions ligamentaires de la syndesmose tibio-fibulaire distale, avec ou sans lésion du ligament deltoïde et sans fracture associée. On distingue classiquement les lésions aiguës (< 3-6 semaines), subaiguës (> 3-6 semaines) et chroniques (> 6 mois) ²³.

2.1 Anatomie

La syndesmose tibio-fibulaire peut être divisée en 3 parties : l'articulation (syndesmose) tibio-fibulaire proximale, la membrane interosseuse et l'articulation (syndesmose) tibio-fibulaire distale ²⁴.

L'articulation tibio-fibulaire proximale est maintenue en place par le ligament tibio-fibulaire antéro-supérieur et le ligament tibio-fibulaire postéro-supérieur. Elle maintient la congruence articulaire proximale entre le tibia et la fibula ²⁴.

La membrane interosseuse s'étend sur la quasi-totalité de la longueur entre le tibia et la fibula. Elle joue un rôle important dans la répartition des charges entre le tibia et la fibula ²⁴.

L'articulation tibio-fibulaire distale s'étend entre la surface concave du tibia distal (incisure fibulaire) et la surface convexe de la fibula distale. Elle maintient la congruence articulaire distale entre le tibia et la fibula. Le tubercule antéro-latéral du tibia distal est classiquement plus large que le tubercule postéro-latéral et prévient ainsi la translation antérieure de la fibula distale. Elle est composée de 3 ligaments : le ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL), le ligament tibio-fibulaire postéroinférieur (PITFL) et le ligament tibio-fibulaire interosseux (IOL) ^{24,25}.

L'AITFL s'étend en haut et en dedans de la face antérieure de la malléole externe au tubercule antéro-latérale du tibia distal à environ 5 mm de la surface articulaire. Le PITFL est constitué de fibres superficielles et profondes (ou ligament tibio-fibulaire transverse). Le PITFL s'étend en haut et en dedans de la face postérieure de la malléole externe à la face postéro-latérale du tibia distal. Le ligament interosseux forme un épaississement pyramidal de la membrane interosseuse distale et se termine au-dessus de l'AITFL et du PITFL ^{24,25}.

Figure 1a : dissection anatomique de la face antéro-latérale de la cheville

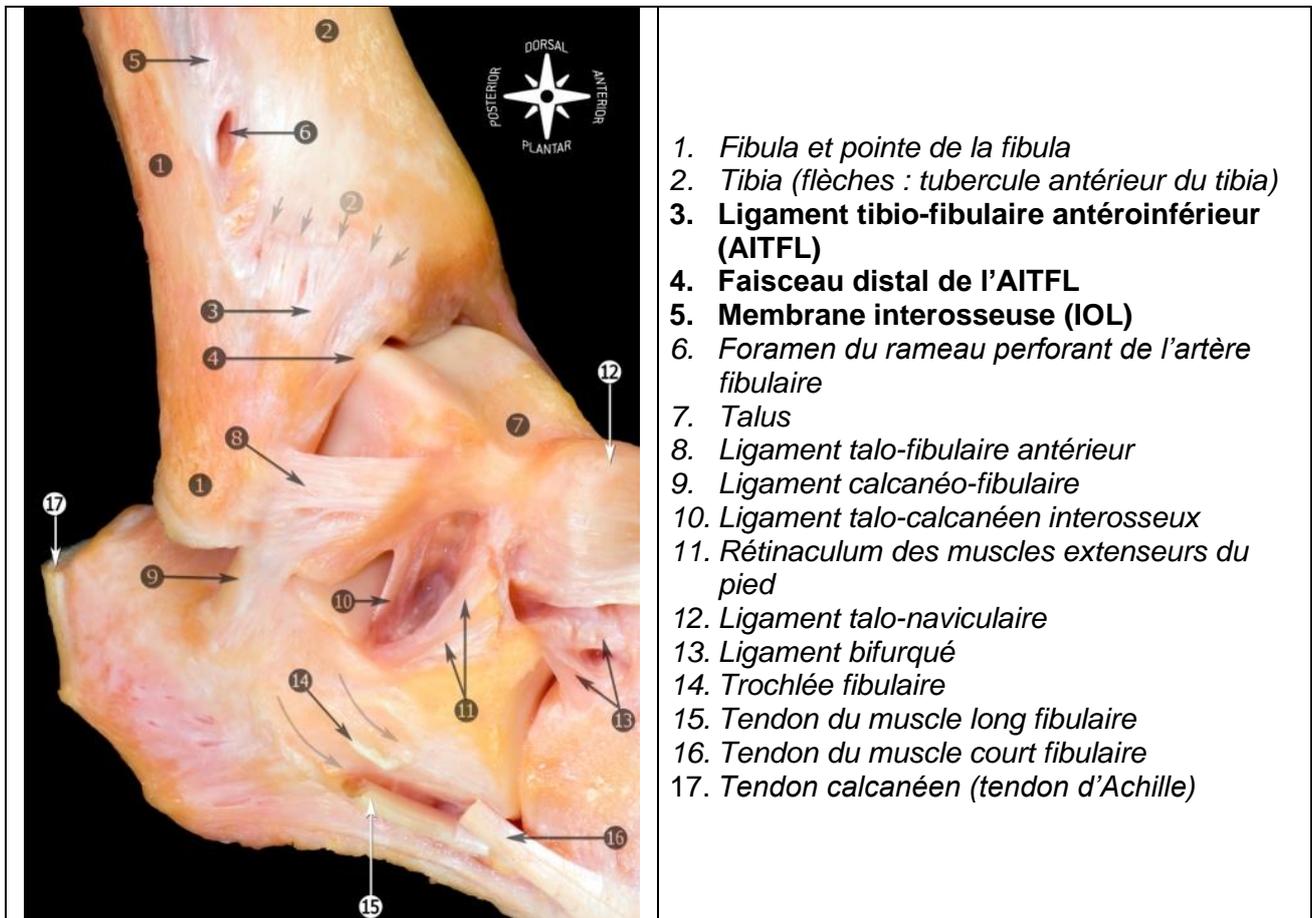
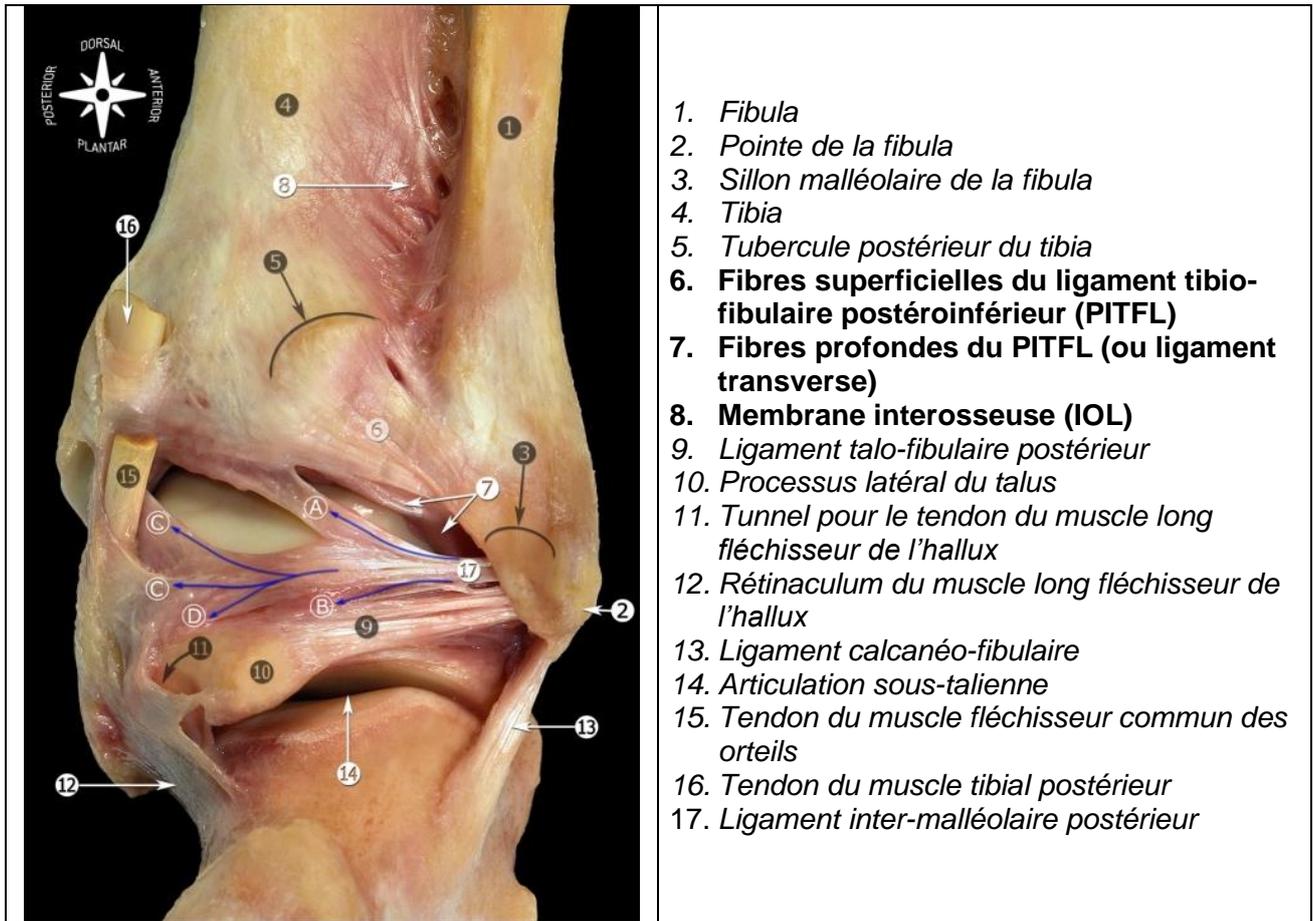


Figure 1b : dissection anatomique de la face postérieure de la cheville


26

2.2 Biomécanique

L'AITFL restreint la rotation externe et la translation latérale de la fibula. Le PITFL restreint la translation postérieure et la translation latérale de la fibula. La membrane interosseuse et le ligament interosseux restreignent la translation latérale de la fibula²¹. Le ligament deltoïde – bien qu'il s'agisse d'une structure anatomique distincte – est fonctionnellement relié à la syndesmose tibio-fibulaire distale. Il contribue à la stabilité de la mortaise en limitant l'abduction, la rotation externe et la translation latérale du talus^{20,21,27}. Le ligament deltoïde est considéré comme étant le ligament le plus robuste et le principal stabilisateur statique de la cheville^{24,27}.

En situation physiologique, la dorsiflexion provoque une rotation externe de la fibula de 2.5°, tandis que la flexion plantaire provoque une rotation interne de la fibula de moins de 1°. La rotation externe induit une rotation externe ainsi qu'une translation médiale et postérieure de la fibula²⁵. Le talus – contraint par l'articulation talo-crurale – ne peut pas tourner. La dorsiflexion est considérée comme étant la position la plus stable, le contact articulaire talo-crural étant maximal²⁴.

La résistance de la syndesmose tibio-fibulaire distale au diastasis tibio-fibulaire est répartie entre l'AITFL (35%), les fibres profondes du PITFL (33%), le ligament interosseux (22%) et les fibres superficielles du PITFL (9%). Le PITFL est de ce fait le stabilisateur le plus puissant, suivi par l'AITFL et le ligament interosseux²⁸.

Les lésions de la syndesmose tibio-fibulaire distale surviennent classiquement en rotation externe et/ou en dorsiflexion de cheville. Cependant, de nombreux mécanismes ont été rapportés dans la



littérature. Lorsqu'une force excessive est appliquée en rotation externe, le talus est contraint de tourner latéralement et entraîne une translation latérale et postérieure de la fibula. Lorsqu'une force excessive est appliquée en dorsiflexion, la portion antérieure du talus (plus large que sa portion postérieure) écarte la fibula du tibia ²⁴.

En cas de traumatisme, on observe successivement une rupture de l'AITFL, du ligament deltoïde, du ligament interosseux et du PITFL ²⁹. Les isolées du PITFL sont rares ^{10,30-32}. La présence d'une fracture de l'extrémité distale et postérieure du tibia est l'équivalent d'une avulsion osseuse du PITFL ²⁵.

Une rupture des ligaments de la syndesmose tibio-fibulaire distale ou du ligament deltoïde entraînent une rotation externe et une translation latérale du talus et de la fibula. Une translation latérale du talus de 1 mm réduit de 42% en moyenne la surface articulaire tibio-talienne ³³. Une translation latérale résiduelle du talus de plus de 2 mm est associée à un risque important (> 90%) de remaniements dégénératifs ³⁴.

2.3 Diagnostic

2.3.1 Arthroscopie

L'arthroscopie permet une visualisation directe de l'articulation tibio-fibulaire et est considérée à ce jour comme l'examen de référence pour le diagnostic des lésions de la syndesmose tibio-fibulaire. Elle ne peut cependant être réalisée en routine à visée diagnostique ^{30,35,36}.

2.3.2 Examen clinique

De nombreux signes cliniques ont été décrits dans la littérature. Leurs performances diagnostiques et leurs reproductibilités sont insuffisantes ^{8,10,29,37}.

La présence d'un œdème en regard ou au-dessus de l'AITFL n'est constatée que dans moins de la moitié des cas et n'est pas spécifique ^{10,37}. Dans l'étude de Sman et al., les signes cliniques les plus sensibles étaient l'incapacité à sauter (Se = 89%, Spé = 29%), l'incapacité à marcher (Se = 89%, Spé = 21%), une sensibilité en regard des ligaments de la syndesmose tibio-fibulaire (Se = 92%, Spé = 29%) et le test de stress en dorsiflexion et rotation externe (Se = 71%, Spé = 63%). Les signes cliniques les plus spécifiques étaient une douleur disproportionnée aux lésions apparentes (Se = 65%, Spé = 79%) et le squeeze test (Se = 26%, Spé = 88%) ³⁷. Le squeeze test est positif si une compression tibio-fibulaire à une ou deux mains au tiers moyen de la jambe reproduit une douleur en regard de la syndesmose tibio-fibulaire distale ³⁷.

2.3.3 Radiographies

La réalisation de 3 incidences radiographiques de la cheville est préconisée : antéro-postérieure (face), mortaise, latérale. Des critères radiographiques (espace clair tibio-fibulaire, chevauchement tibio-fibulaire, espace clair médial) ont été proposés pour identifier indirectement une lésion de la syndesmose ³⁸, mais restent discutés. Les variations anatomiques rendent difficile la détermination de seuils physiologiques. La difficulté à réaliser des incidences radiographiques précises – y compris en conditions de laboratoire – rend la reproductibilité médiocre. Les méthodes de mesures sont mal standardisées ^{30,39-42}. L'espace clair tibio-fibulaire semble être le paramètre le plus fiable et le plus reproductible ^{11,39}.

2.3.4 Scanner

Le scanner présente plusieurs avantages par rapport aux radiographies standards. Il permet une analyse précise des structures osseuses et une visualisation directe de l'articulation tibio-fibulaire. Le scanner est performant pour identifier un diastasis tibio-fibulaire ⁴². Tout comme les radiographies standards, le scanner ne visualise pas les tissus mous et ne permet pas de ce fait d'identifier les lésions stables (sans diastasis) ni une instabilité latente.



De nombreux paramètres ont été proposés (espace clair tibio-fibulaire, chevauchement tibio-fibulaire, intervalle tibio-fibulaire antérieur, longueur de l'incisure tibio-fibulaire, profondeur de l'incisure tibio-fibulaire, largeur de la fibula, rotation de la fibula, volume de l'incisure tibio-fibulaire, ligne tibio-fibulaire, etc.)⁴³⁻⁴⁸. La comparaison des mesures du côté pathologique avec le côté sain permet de s'affranchir de l'importante variabilité inter-individuelle de ces paramètres. Dans une population saine, l'intervalle tibio-fibulaire antérieur ne varie pas de plus de 2.3 mm et la rotation de la fibula ne varie pas de plus de 6.5° entre les deux chevilles d'un même individu⁴³.

Plus récemment, la réalisation de scanners avec mise en charge a été proposée pour une évaluation dynamique de la syndesmose tibio-fibulaire. Des études sont nécessaires pour évaluer les performances et la reproductibilité de cette méthode^{36,41,49,50}. Cette modalité d'imagerie n'est pas disponible en pratique courante à l'heure actuelle.

2.3.5 IRM

Contrairement au scanner, l'IRM permet une évaluation précise des tissus mous. Cependant, il s'agit tout comme le scanner d'un examen statique et l'IRM ne permet pas de ce fait d'évaluer la stabilité dynamique de la syndesmose tibio-fibulaire³⁶.

L'IRM est un examen performant pour identifier les lésions de l'AITFL et du PITFL. Dans l'étude de Oae et al., une lésion de l'AITFL était identifiée avec une sensibilité de 100% et une spécificité de 93%, tandis qu'une lésion du PITFL était identifiée avec une sensibilité de 100% et une spécificité de 100% en comparaison à l'arthroscopie³¹. Des résultats similaires sont présentés dans l'étude de Takao et al.³⁰.

L'IRM est un examen particulièrement intéressant pour identifier les lésions associées (fractures occultes, lésions ostéochondrales, lésions ligamentaires associées, etc.)⁵¹. Notamment, l'IRM est un examen performant pour identifier les lésions du ligament deltoïde. Dans l'étude de Crim et Longenecker, les lésions du ligament deltoïde superficiel étaient identifiées avec une sensibilité de 83% et une spécificité de 94%, tandis que les lésions du ligament deltoïde profond étaient identifiées avec une sensibilité de 96% et une spécificité de 98% en comparaison aux constatations per-opératoires⁵².

Le consensus ESSKA-AFAS de 2016 recommande la réalisation d'une IRM à visée diagnostique lorsqu'une instabilité de la syndesmose tibio-fibulaire est suspectée²⁹.

La disponibilité et le coût de cette modalité d'imagerie sont un frein à son utilisation en routine.

2.3.6 Echographie

En 2016, le consensus ESSKA-AFAS ne recommandait pas l'utilisation de l'échographie pour identifier les lésions de la syndesmose tibio-fibulaire²⁹.

Plus récemment, l'échographie statique a montré des performances diagnostiques excellentes pour identifier une lésion de l'AITFL avec une sensibilité et une spécificité proches de 100%^{4,53,54}. Le PITFL et l'IOL sont mal visualisés en échographie.

Par ailleurs, l'échographie permet des mesures dynamiques de la distance tibio-fibulaire en position neutre, en rotation externe et en rotation interne forcées. Cependant, les performances diagnostiques de l'échographie dynamique semblent inférieures à celles de l'échographie statique^{54,55}.

2.4 Prise en charge

Bien qu'il n'existe pas d'études avec un haut niveau de preuve, l'ESSKA-AFAS a émis en 2016 des recommandations sur la prise en charge des lésions aiguës isolées de la syndesmose tibio-fibulaire distale, en ligne avec les préconisations émises par la plupart des auteurs sur le sujet. La



classification des lésions, la durée d'immobilisation et les modalités de prise en charge chirurgicale restent sujets à débat ^{15,21,25,36,56,57}.

On distingue les lésions aiguës stables des lésions aiguës instables. Plusieurs systèmes de classification ont été décrits, selon des données cliniques et/ou d'imagerie. Le consensus ESSKA-AFAS de 2016 définit les lésions stables par une rupture de l'AITFL avec ou sans rupture du ligament interosseux, sans rupture du ligament deltoïde. Les lésions aiguës instables sont définies par une rupture de l'AITFL avec ou sans rupture du ligament interosseux, avec une rupture du ligament deltoïde (+/- un diastasis franc). On parle d'instabilité latente lorsqu'il n'y a pas de diastasis franc sur les examens d'imagerie standards ²⁹. La définition des lésions avec instabilité latente reste débattue. En effet, le continuum entre la sévérité des lésions ligamentaires et le degré d'instabilité de la syndesmose n'est que partiellement compris ³⁶.

La prise en charge des lésions aiguës stables repose sur un traitement conservateur avec une période d'immobilisation dans une botte plâtrée ou une botte de marche sans appui pendant 1 à 3 semaines. Après 1 à 3 semaines, l'appui est autorisé sous couvert d'une immobilisation par une orthèse stabilisatrice de cheville ou une botte de marche pendant 3 à 6 semaines et des exercices de rééducation peuvent être débutés (mobilisation articulaire, travail proprioceptif, renforcement articulaire). Le retour aux activités sportives est permis lorsque le patient peut sauter à cloche-pied pendant plus de 30 secondes sans douleur, ce qui est généralement possible après 2 à 3 mois ^{15,21,25,36,56,57}.

Les lésions aiguës instables doivent bénéficier d'un traitement chirurgical incluant une réparation ligamentaire et une fixation rigide (vis/plaques) ou dynamique (bouton de suture) de la syndesmose. Les modalités de fixation (type de fixation, localisation, durée) restent débattues. Une période sans appui est classiquement préconisée après l'intervention chirurgicale ^{15,21,25,36,56,57}.

Les lésions chroniques de la syndesmose nécessitent usuellement une prise en charge chirurgicale. Plusieurs stratégies sont proposées selon les constatations : fixation de la syndesmose, ligamentoplastie, fusion de la syndesmose tibio-fibulaire distale, débridement arthroscopique ^{25,36,57,58}.

3 Objectif de l'étude

L'identification des lésions isolées (sans fracture associée) de la syndesmose tibio-fibulaire distale représente un enjeu diagnostique majeur dans la prise en charge des entorses de cheville.

Les performances diagnostiques de l'examen clinique et des radiographies sont insuffisantes ^{8,10,11,29,30,37-42}. Les lésions de la syndesmose tibio-fibulaire distale sont de ce fait sous-diagnostiquées et fréquemment confondues avec une entorse des ligaments collatéraux de la cheville ⁵.

L'IRM est un examen performant et préconisé lorsqu'une instabilité de la syndesmose tibio-fibulaire est suspectée ²⁹⁻³¹, mais sa disponibilité et son coût ne permettent pas d'en faire un outil de dépistage.

La morbidité associée à ces lésions est plus élevée que celle des entorses des ligaments collatéraux de la cheville sans atteinte associée de la syndesmose ^{37,59-70}. Leur prise en charge est spécifique : immobilisation sans appui (lésions stables) ou prise en charge chirurgicale (lésions instables) ^{15,21,25,36,56-58}.

Le ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL) est une structure clé de la syndesmose tibio-fibulaire distale. Il s'agit de la première structure à rompre en cas de lésion de la syndesmose tibio-fibulaire distale ^{10,29-32}. Un dépistage des lésions de l'AITFL dès la prise en charge aux urgences permettrait une orientation optimale des patients sans délai.



Récemment, l'échographie statique a montré des performances diagnostiques excellentes pour identifier une lésion de l'AITFL avec une sensibilité et une spécificité proches de 100% lorsqu'elle est réalisée par des opérateurs expérimentés en échographie ostéoarticulaire ^{4,53,54}. L'incidence des entorses de cheville et la disponibilité des opérateurs expérimentés n'en font pas une modalité de choix pour le dépistage des lésions de l'AITFL aux urgences.

L'objectif de l'étude est d'évaluer les performances diagnostiques de l'échographie clinique en médecine d'urgence (ECMU) dans l'identification des lésions du ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL) chez les patients pris en charge aux urgences pour une entorse de cheville sans lésion osseuse associée.

4 Méthodes

4.1 Design de l'étude et participants

Il s'agit d'une étude prospective, multicentrique, pragmatique. L'étude a été approuvée par un comité d'éthique local (n° IRB : IORG0011023). Une notice d'information était remise au patient après recueil de son consentement oral.

Les données ont été collectées entre avril 2024 et juillet 2024, dans le service des urgences du CHU de Nantes et dans le service des urgences de l'Hôpital privé du Confluent.

Cette étude est réalisée en collaboration avec l'AP-HM dans le cadre du travail de thèse d'Alexy SALVATI. Les résultats pour ce centre seront disponibles ultérieurement.

Les patients majeurs (≥ 18 ans) consultant aux urgences pour une lésion traumatique de la cheville et chez qui une entorse de cheville sans lésion osseuse associée était suspectée étaient éligible. Les patients sous tutelle, les personnes protégées et les femmes enceintes étaient exclus. Des radiographies de cheville devaient être réalisées en présence de critères d'Ottawa ou à l'appréciation du praticien.

Les patients étaient inclus sur la base du volontariat. Les médecins urgentistes (internes en médecine d'urgence et médecins séniors) pouvaient participer à l'étude sous réserve d'être formés en échographie clinique en médecine d'urgence (ECMU) et d'avoir suivi préalablement une formation distancielle sur le repérage et l'interprétation des lésions ligamentaires de l'AITFL en échographie.

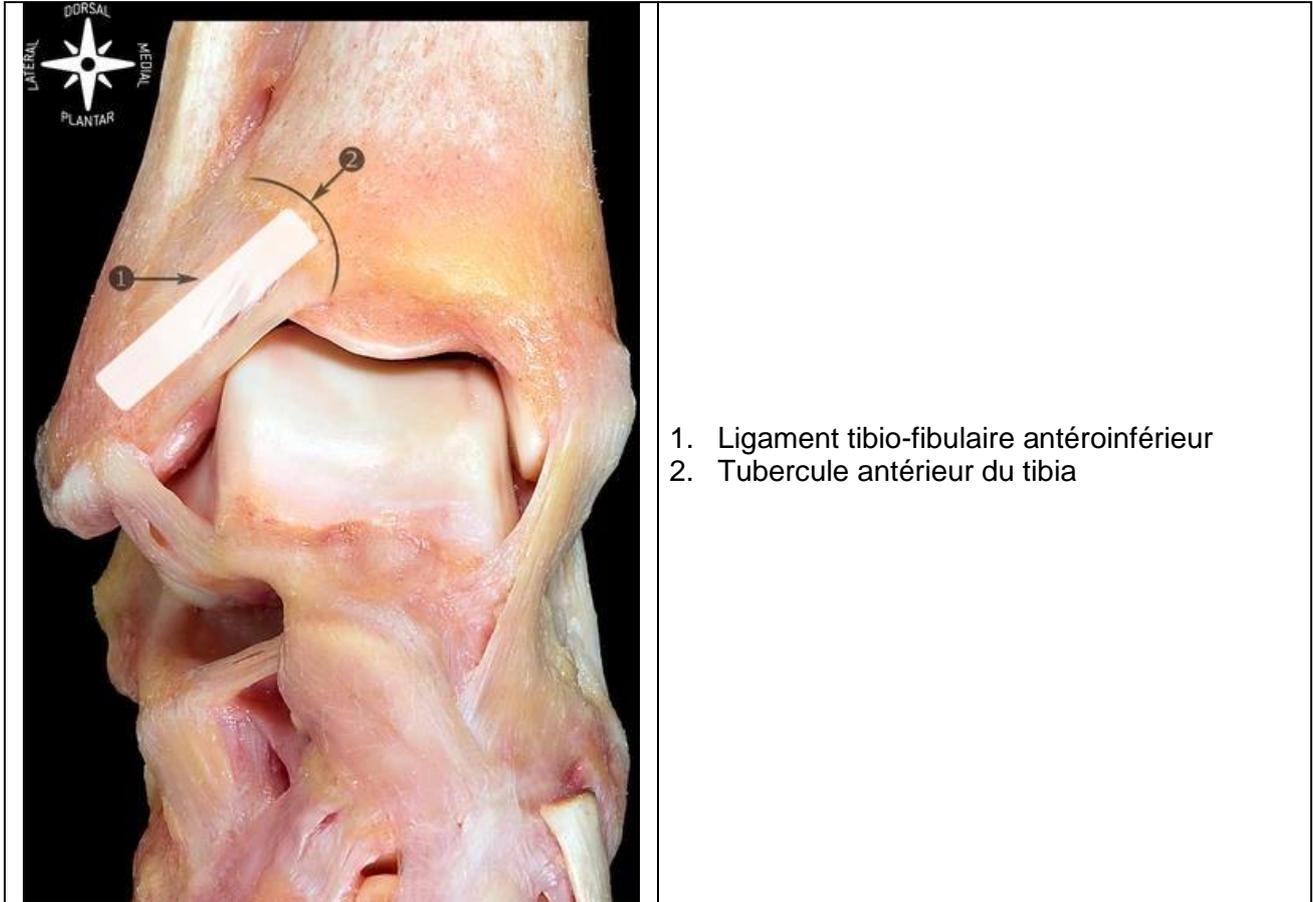
4.2 Méthodes

Une échographie ligamentaire de l'AITFL était réalisée par le médecin urgentiste à l'aide d'une sonde linéaire à haute fréquence (test index). La sonde devait être positionnée sur le trajet de l'AITFL à la face antérieure de la cheville, à environ 1 cm au-dessus de la ligne articulaire selon un trajet oblique vers le haut de la fibula distale au tibia distal (Figure 2). Deux boucles vidéo d'au moins 5 secondes (côté sain, côté pathologique) précisant la latéralité devaient être enregistrées.

Une fiche de recueil anonyme comportant un numéro d'inclusion reporté sur l'examen d'échographie était complétée par le médecin urgentiste (cf. [Annexes](#)).

L'intégrité de l'AITFL était reportée par le médecin urgentiste sur la fiche de recueil selon 2 modalités : AITFL intact ou AITFL lésé/rompu/avulsé. On entendait par ligament intact un ligament d'échogénéité homogène, d'aspect linéaire et fibrillaire (Figure 3a). On entendait par ligament lésé un ligament d'échogénéité hétérogène, d'aspect œdématisé/épaissi avec une perte de l'aspect fibrillaire, rompu ou non (Figure 3b).

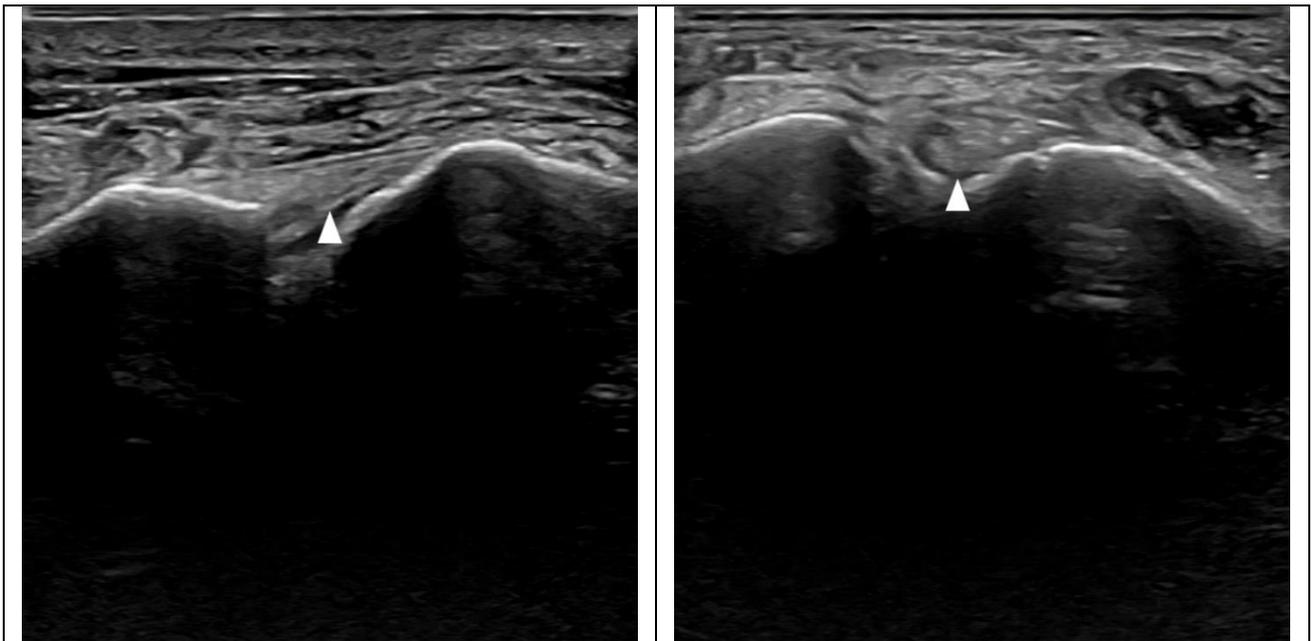
Figure 2 : trajet de la sonde d'échographie (trait blanc)



26

Figure 3a : AITFL intact (gauche)

Figure 3b : AITFL rompu (droite)



L'échographie est sensible et spécifique pour identifier les lésions de l'AITFL, lorsqu'elle est réalisée



par des opérateurs expérimentés en échographie ostéoarticulaire (cf. [Echographie](#)). S'agissant d'une étude pragmatique, nous avons choisi comme test de référence une relecture à posteriori par un médecin expert en échographie ostéoarticulaire des boucles vidéo enregistrées par le médecin urgentiste. La relecture des boucles vidéo a pour avantage de permettre la validation des conditions de réalisation de l'examen (positionnement de la sonde, réglages de l'appareil d'échographie).

L'IRM est l'examen d'imagerie de référence, mais n'a pas été retenue comme évaluation de référence compte tenu de sa faible disponibilité et de son coût élevé.

Les boucles vidéo étaient interprétées par un médecin expert dans chaque centre, en aveugle de l'interprétation du médecin urgentiste, de la difficulté de réalisation, de l'expérience du médecin urgentiste et de la prise en charge initiale. Le médecin expert avait cependant accès aux informations concernant le côté pathologique, le mécanisme lésionnel, les lésions ligamentaires cliniquement suspectées et l'interprétation des radiographies de cheville.

L'interprétation du médecin expert était qualifiée comme suit : examen ininterprétable, AITFL intact, lésion partielle de l'AITFL, rupture ou avulsion de l'AITFL.

4.3 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel Open Source « Jamovi » pour PC ⁷¹.

Les examens qualifiés ininterprétables par l'expert ont été exclus des analyses de performances diagnostiques en l'absence d'imagerie de référence disponible. Leur proportion a été calculée.

La difficulté de réalisation de l'ECMU a été évaluée en fonction de son interprétabilité. Un diagramme en violon représentant la distribution des valeurs, les quartiles et la moyenne a été construit. La moyenne de difficulté des 2 groupes a été comparée par un test pour échantillons indépendants de Welch après vérification de la distribution normale des valeurs des 2 groupes.

Les performances diagnostiques de l'ECMU et de l'examen clinique ont été calculées (sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive, valeur prédictive négative, rapport de vraisemblance positive, rapport de vraisemblance négative). Un intervalle de confiance à 95% a été calculé pour la spécificité et la sensibilité ⁷².

5 Résultats

5.1 Participants

Au total, 74 patients ont été inclus dans l'étude, dont 63 à l'Hôpital privé du Confluent et 11 au CHU de Nantes.

Une lésion osseuse était présente dans 13 cas. S'agissant d'un critère d'exclusion, ces patients ont été exclus des analyses principales de performances diagnostiques. Des analyses secondaires intégrant les patients présentant une lésion osseuse associée ont été menées dans un but d'exhaustivité.

Le résumé des caractéristiques des patients est disponible dans le Tableau 1.

Tableau 1 : résumé des caractéristiques des patients

	N = 74
Côté pathologique	
Droite	42 (57%)



Gauche	32 (43%)
Mécanisme lésionnel	
Inversion	51 (70%)
Dorsiflexion et rotation externe	9 (12%)
Eversion	6 (8.2%)
Autre ou inconnu	7 (9.6%)
NA	1
Lésions ligamentaires cliniquement suspectées	
Ligament collatéral latéral	65 (89%)
Ligament collatéral interne	11 (15%)
Syndesmose tibio-fibulaire distale	21 (29%)
Autre	1 (1.4%)
NA	1
Radiographies	
Normales	48 (71%)
Diastasis tibio-fibulaire	4 (5.9%)
Lésion osseuse	13 (19%)
Non réalisées	3 (4.4%)
NA	6
Immobilisation	
Attelle de cheville	45 (67%)
Botte de marche ou botte plâtrée sans appui	22 (33%)
NA	7
Examens complémentaires	
Oui	3 (4.2%)
Non	69 (96%)
NA	2
Consultation d'orthopédie et/ou chirurgie	
Oui	8 (11%)
Non	64 (89%)
NA	2

5.2 Résultats

L'interprétation de l'ECMU était manquante dans 3 cas (dont 2 cas ininterprétables et 1 cas interprétable par le médecin expert).

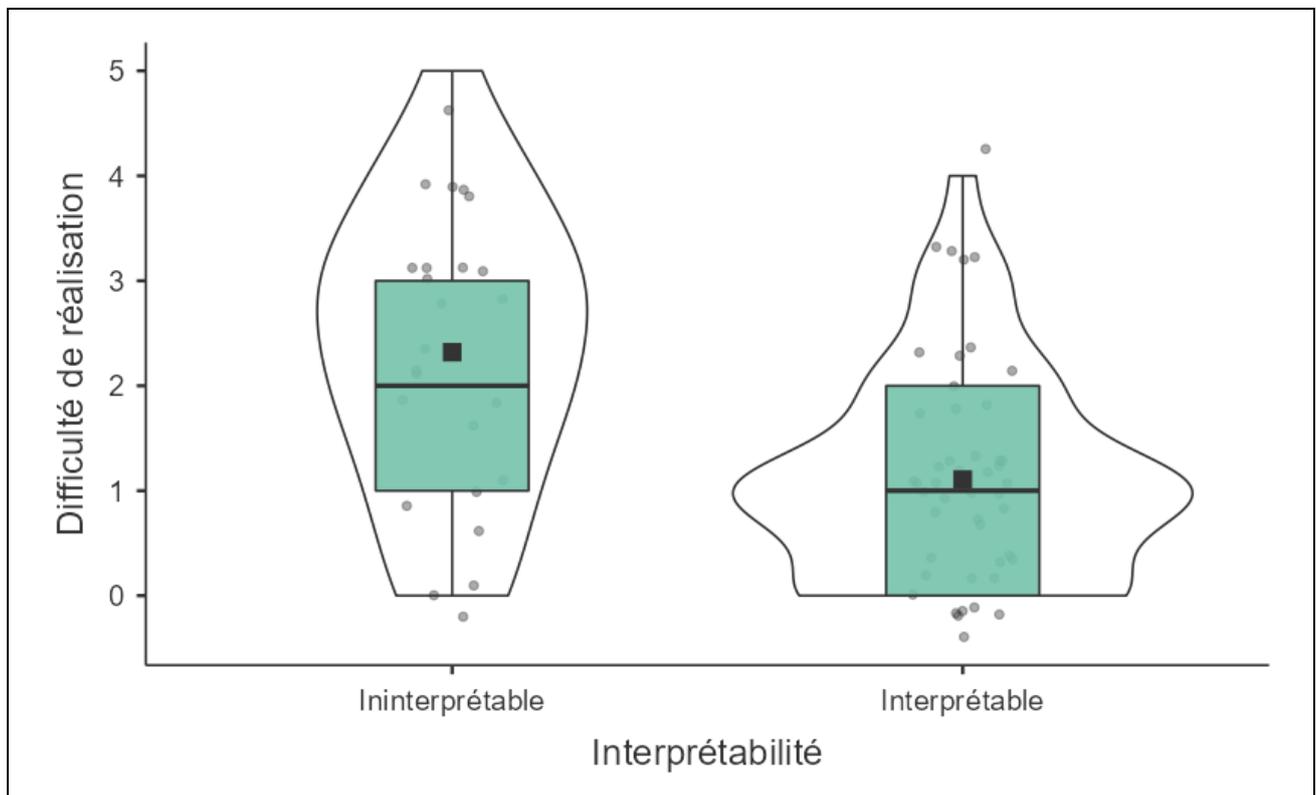
5.2.1 Interprétabilité et difficulté de réalisation de l'ECMU (lésions osseuses incluses)

L'ECMU n'était pas interprétable par le médecin expert dans 26 cas (35%), dont un cas pour lequel une lésion osseuse était présente. L'ECMU était interprétable par le médecin expert dans 48 cas (65%), dont 12 cas pour lesquels une lésion osseuse était présente.

La difficulté de réalisation moyenne (notée de 0 = très facile à 5 = impossible) de l'ECMU était de 2.32 (médiane = 2, écart-type = 1.38) lorsque l'examen était ininterprétable. La difficulté de réalisation moyenne de l'ECMU était de 1.11 (médiane = 1, écart-type = 1.01) lorsque l'examen était interprétable.

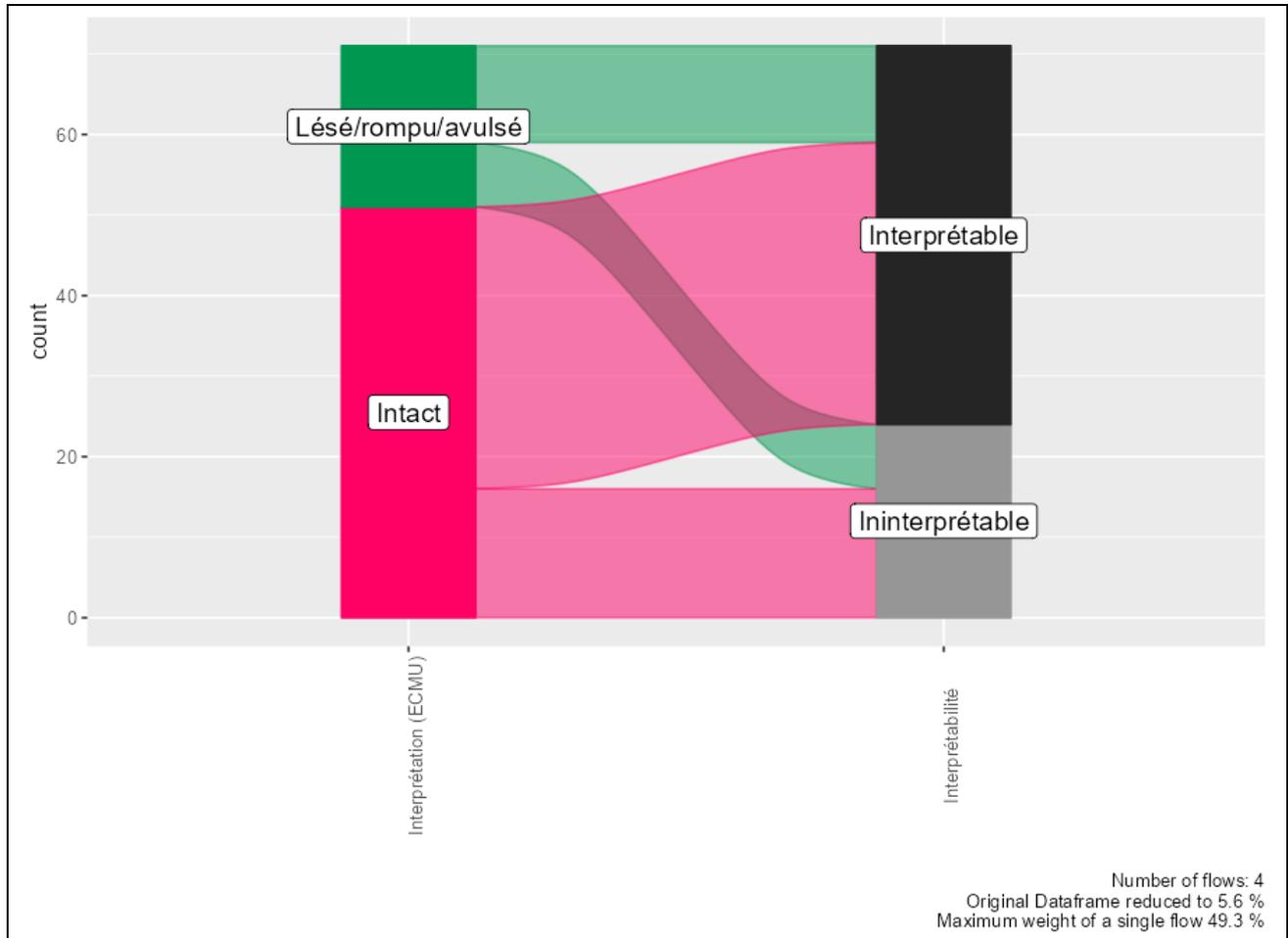
La moyenne de difficulté de réalisation était statistiquement plus élevée dans le groupe ininterprétable (différence moyenne = 1.21, IC 95% [0.582, 1.84], $p < 0.001$).

Figure 4 : difficulté de réalisation de l'ECMU selon l'interprétabilité (diagramme en violon)



Lorsque l'examen était ininterprétable, l'AITFL était interprété par le médecin urgentiste intact dans 16 cas (67%) et lésé/rompu/avulsé dans 8 cas (33%). L'interprétation de l'ECMU était manquante dans 2 cas.

Figure 5 : relation entre l'interprétation du médecin urgentiste et l'interprétabilité par l'expert (diagramme de Sankey)



73,74

5.2.2 Performances diagnostiques de l'ECMU : analyses principales

36 patients ont été inclus dans les analyses principales (12 lésions osseuses exclues, 26 examens ininterprétables exclus). L'AITFL était intact dans 28 cas (77.8%), partiellement lésé dans 5 cas (13.9%) et rompu ou avulsé dans 3 cas (8.3%). La prévalence totale des lésions de l'AITFL était de 22.2%, ce qui est en accord avec les données récentes de la littérature (cf. [Généralités](#)).

Les lésions de l'AITFL sont survenues en inversion dans 5 cas (71%) et en dorsiflexion et rotation externe dans 2 cas (29%). La donnée était manquante dans un cas.

Tableau 2a : tableau de contingence

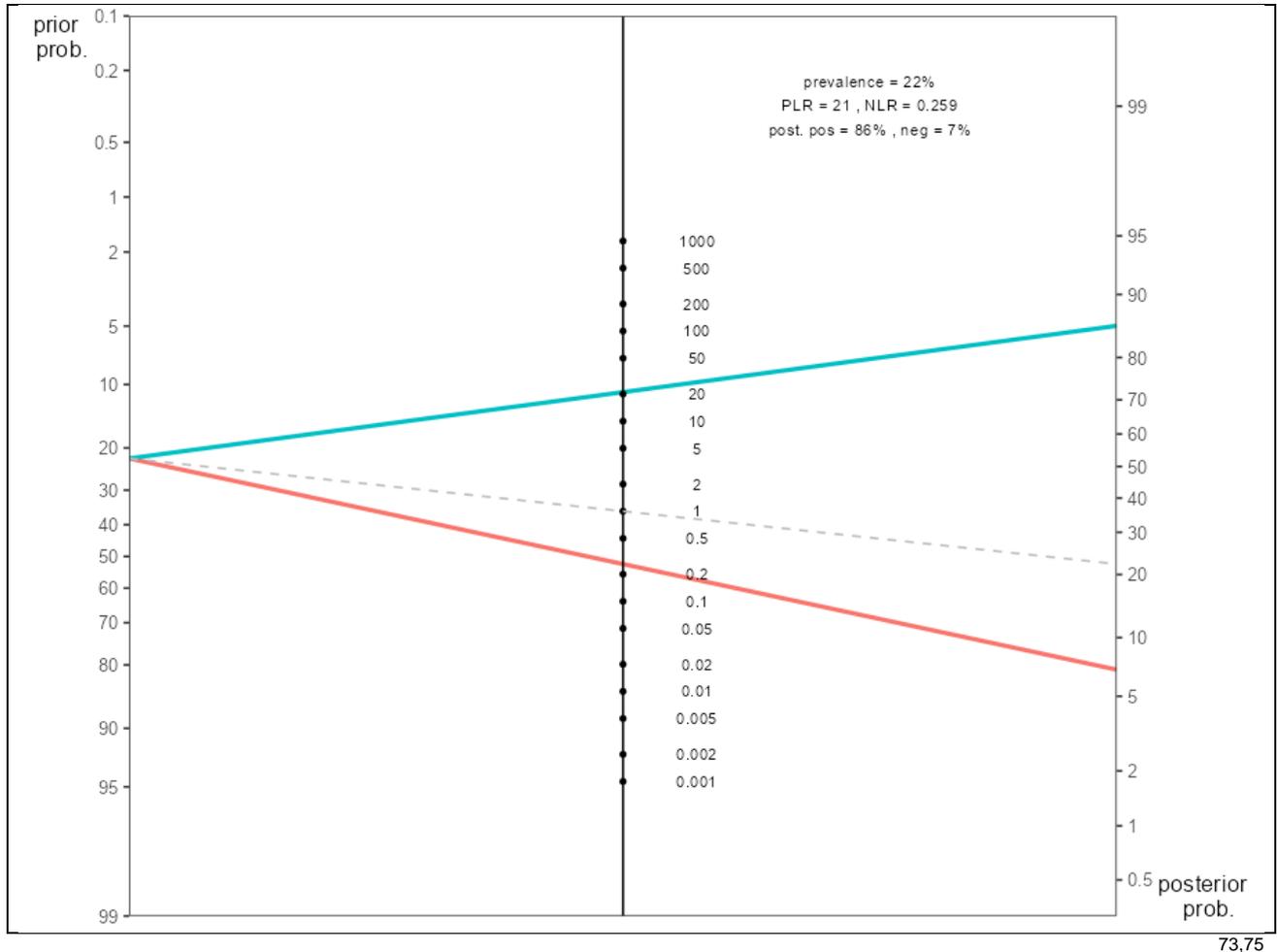
	Référence + (AITFL lésé)	Référence - (AITFL intact)	Total
ECMU + (AITFL lésé)	6	1	7
ECMU - (AITFL intact)	2	27	29
Total	8	28	36

Sur la base de ces données, la sensibilité et la spécificité de l'ECMU pour identifier une lésion de l'AITFL sont respectivement de 75.0 % (IC 95% [34.9%, 96.9%]) et de 96.4% (IC 95% [81.7%,



99.9%]). Les valeurs prédictives positive et négative sont respectivement de 85.7% et de 93.1%. Les rapports de vraisemblance positive et négative sont respectivement de 21.0 et de 0.259.

Figure 6a : probabilités pré-test et post-test (nomogramme de Fagan)



5.2.3 Performances diagnostiques de l'ECMU : analyses secondaires

48 patients ont été inclus dans les analyses secondaires (12 lésions osseuses incluses, 26 examens ininterprétables exclus). L'AITFL était intact dans 36 cas (75.0%), partiellement lésé dans 6 cas (12.5%) et rompu ou avulsé dans 6 cas (12.5%). La prévalence totale des lésions de l'AITFL était de 25.5%.

Les lésions de l'AITFL sont survenues en inversion dans 7 cas (70%) et en dorsiflexion et rotation externe dans 3 cas (30%). La donnée était manquante dans deux cas.

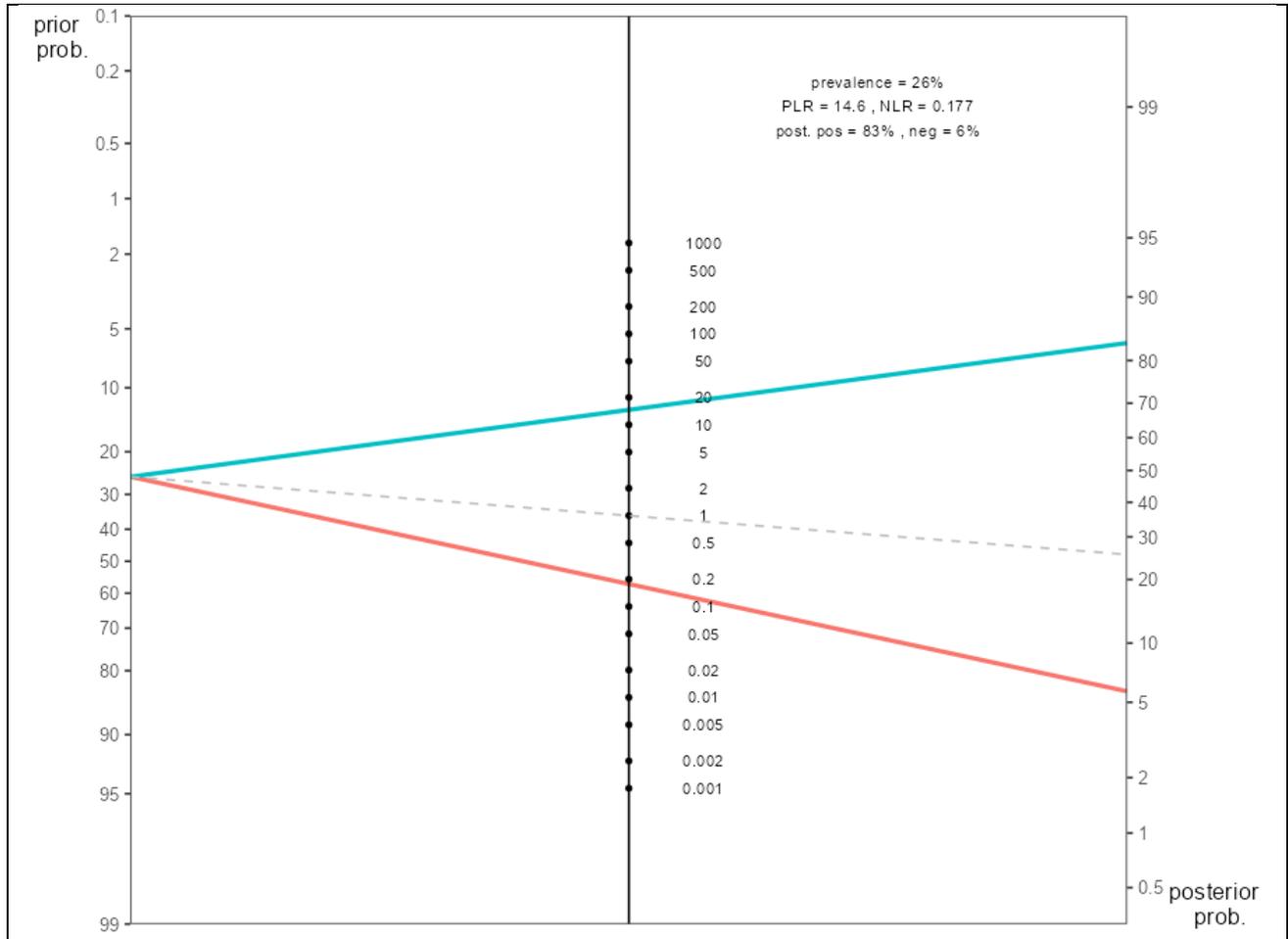
Tableau 2b : tableau de contingence

	Référence + (AITFL lésé)	Référence - (AITFL intact)	Total
ECMU + (AITFL lésé)	10	2	12
ECMU - (AITFL intact)	2	33	35
Total	12	36*	48*

*Interprétation de l'ECMU manquante dans 1 cas. AITFL interprété intact par le médecin expert.

Sur la base de ces données, la sensibilité et la spécificité de l'ECMU pour identifier une lésion de l'AITFL sont respectivement de 83.3 % (IC 95% [51.6%, 97.9%]) et de 94.4% (IC 95% [80.8%, 99.3%]). Les valeurs prédictives positive et négative sont respectivement de 83.3% et de 94.3%. Les rapports de vraisemblance positive et négative sont respectivement de 14.6 et de 0.177.

Figure 6b : probabilités pré-test et post-test (nomogramme de Fagan)



73,75

5.2.4 Performances diagnostiques de l'examen clinique (lésions osseuses exclues)

Sur la base de ces données, la sensibilité et la spécificité de l'examen clinique (modalités à la libre appréciation du praticien) pour identifier une lésion de l'AITFL sont respectivement de 14.3% (IC 95% [6.0%, 61.0%]) et de 75.0% (IC 95% [57.8%, 87.9%]). Les valeurs prédictives positive et négative sont respectivement de 12.5% et de 77.8%. Les rapports de vraisemblance positive et négative sont respectivement de 0.571 et de 1.14.

5.2.5 Adéquation de la prise en charge (lésions osseuses exclues)

L'immobilisation des patients était décidée par le médecin urgentiste, en aveugle de l'interprétation de l'expert quant à l'intégrité de l'AITFL. Toutes les lésions partielles de l'AITFL (N = 4) ont été immobilisées par une attelle de cheville et n'ont donc pas bénéficié d'une immobilisation optimale. Une rupture complète de l'AITFL (33%) a été immobilisée par une attelle de cheville. L'immobilisation d'un patient n'a pas été renseignée (donnée manquante).

**Tableau 5 : immobilisation retenue en aveugle de l'interprétation de l'expert**

Intégrité de l'AITFL (expert)	Immobilisation retenue*	N (%)
Intact	Attelle de cheville	25 (71.4%)
	Botte de marche ou botte plâtrée sans appui	3 (8.6%)
Lésion partielle	Attelle de cheville	4 (11.4%)
	Botte de marche ou botte plâtrée sans appui	0 (0.0%)
Rupture ou avulsion	Attelle de cheville	1 (2.9%)
	Botte de marche ou botte plâtrée sans appui	2 (5.7%)

* Donnée manquante dans 1 cas.

6 Discussion

À notre connaissance, cette étude est la première à évaluer les performances diagnostiques de l'ECMU dans l'identification des lésions aiguës de l'AITFL, première structure à rompre en cas de lésion de la syndesmose tibio-fibulaire distale.

Une des principales forces de cette étude est son caractère pragmatique. En utilisant la relecture des boucles d'échographie par un médecin expert comme test de référence, nous avons pu identifier les examens ininterprétables du fait de mauvaises conditions techniques de réalisation. L'ECMU était ininterprétable dans 35% des cas. La moyenne de difficulté de réalisation de l'ECMU était statistiquement plus élevée dans cette situation. Cela suggère qu'un entraînement sur sujet sain avec un formateur expérimenté semble nécessaire avant son application en pratique courante, et que l'interprétation de l'examen ne devrait être retenue que si la difficulté de réalisation ressentie est faible. D'après le retour d'expérience des médecins experts, les examens ininterprétables l'étaient le plus souvent du fait d'un défaut de positionnement de la sonde : trop proximale par rapport à l'AITFL, ou plus rarement trop distale en regard du ligament talo-fibulaire antérieur.

Lorsque l'ECMU est réalisée dans de bonnes conditions techniques, ses performances diagnostiques sont encourageantes en tant qu'outil de dépistage avec une sensibilité de 75.0 % (IC 95% [34.9%, 96.9%]), une spécificité de 96.4% (IC 95% [81.7%, 99.9%]), une valeur prédictive positive de 85.7%, une valeur prédictive négative de 93.1%, un rapport de vraisemblance positive à 21.0 et un rapport de vraisemblance négative à 0.259 pour identifier une lésion de l'AITFL. Une ECMU positive devrait conduire à réaliser des examens complémentaires (échographie ostéo-articulaire complète de la cheville par un opérateur entraîné, scanner ou IRM) et/ou à adresser le patient en consultation spécialisée. Le patient devrait à minima être immobilisé par une botte plâtrée ou une botte de marche sans appui autorisé. Lorsque l'AITFL est intact à l'ECMU, la même démarche devrait être envisagée en cas de forte suspicion clinique ou d'arguments radiographiques pour une lésion de la syndesmose tibio-fibulaire distale.

Dans notre étude, la sensibilité et la spécificité de l'examen clinique étaient respectivement de 14.3% (IC 95% [6.0%, 61.0%]) et de 75% (IC 95% [57.8%, 87.9%]). Ces résultats montrent la difficulté en pratique courante d'identifier cliniquement les lésions de la syndesmose tibio-fibulaire distale, bien que nous n'ayons pas mesuré les performances diagnostiques de signes cliniques spécifiques.



Le faible échantillon de patients et la faible proportion d'inclusion dans un des deux centres ne permettent pas de généraliser les résultats.

L'étude de Lee et Yun ⁵³ s'est intéressée à la faisabilité de l'ECMU en comparaison à l'IRM pour identifier les lésions ligamentaires chez les patients présentant une instabilité chronique ou des entorses récurrentes de cheville. Les médecins urgentistes étaient formés au préalable pendant une semaine dans le service d'imagerie par un échographiste ostéo-articulaire expérimenté. Parmi les 85 patients inclus, 12 présentaient une lésion partielle de l'AITFL et aucun ne présentait de rupture complète. La sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive et la valeur prédictive négative étaient de 100%. Bien qu'une telle formation semble difficile à généraliser, un compromis pourrait être trouvé.

L'identification des lésions de la syndesmose tibio-fibulaire distale est essentielle. Le délai de récupération est au moins 2 à 4 fois plus long qu'une entorse du complexe ligamentaire latéral ^{37,59-61}. L'absence de prise en charge adaptée et précoce est responsable d'une morbidité accrue.

Dans l'étude de Gerber et al. ⁶², les lésions de la syndesmose tibio-fibulaire distale tout grade confondu étaient associées au taux le plus élevé de symptômes résiduels à 6 mois d'une entorse de cheville. Dans l'étude de Kent et al. ⁶³, une stabilisation chirurgicale retardée (> 6 mois) de la syndesmose tibio-fibulaire distale était associée à une moins bonne récupération fonctionnelle qu'une stabilisation chirurgicale précoce (< 6 semaines).

Dans la série de Brown et al. ⁶⁴, les lésions aiguës de la syndesmose tibio-fibulaire étaient associées dans 78% des cas à la présence de contusions osseuses du dôme talien ou du tibia ($p < 0.0001$) et dans 48% des cas à la présence de lésions ostéochondrales du dôme talien ($p = 0.0001$). Les lésions chroniques de la syndesmose tibio-fibulaire étaient associées dans 39% des cas à la présence de lésions ostéochondrales du dôme talien ($p = 0.0003$), dans 58% des cas à un défaut de congruence tibio-fibulaire ($p < 0.0001$) et dans 19% des cas à la présence d'une arthrose ($p = 0.06$). Dans la revue systématique de Dahmen et al. ⁶⁵, l'incidence des lésions ostéochondrales était de 21%, dont 95% intéressant le dôme talien et 5% intéressant la fibula distale. Une ossification hétérotopique de la syndesmose tibio-fibulaire a été rapportée dans plusieurs séries ⁶⁶, sans qu'il n'y ait de certitudes établies quant à son impact fonctionnel. Plus rarement, un conflit antéro-latéral de cheville – responsable de douleurs chroniques – peut s'installer, bien qu'il ne s'agisse pas d'une condition spécifique aux lésions de la syndesmose tibio-fibulaire ⁶⁷⁻⁷⁰.

Les lésions de la syndesmose tibio-fibulaire distale associées à une fracture de la fibula et/ou du tibia représentent un enjeu distinct. Il s'agit classiquement de lésions instables nécessitant une prise en charge chirurgicale par réduction ouverte et fixation interne ^{15,25,27,36}. La fixation concomitante de la syndesmose est controversée dans ce contexte ^{15,25}. Cependant, l'instabilité sera évoquée en premier lieu devant le type de fracture (fracture bimalléolaire, fracture supra-syndesmotique ou proximale de la fibula) ou en présence d'arguments directs ou indirects pour une rupture complète du ligament deltoïde dans le cadre d'une fracture trans-syndesmotique ²⁷.

7 Conclusion

Lorsque l'ECMU est réalisée dans de bonnes conditions techniques, ses performances diagnostiques sont encourageantes pour dépister une lésion de l'AITFL avec une sensibilité de 75.0 % (IC 95% [34.9%, 96.9%]), une spécificité de 96.4% (IC 95% [81.7%, 99.9%]), une valeur prédictive positive de 85.7% et une valeur prédictive négative de 93.1%.

Dans notre étude, l'ECMU était ininterprétable dans 35% des cas, ce qui suggère la nécessité d'un entraînement sur sujet sain avec un formateur expérimenté avec son application en pratique courante.



Références

1. Laëtitia G. Entorses latérales de la cheville : Diagnostic, rééducation et retour à la pratique sportive. *HAS*. Published online 2023.
2. Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2019;54(6):603-610. doi:10.4085/1062-6050-447-17
3. Kemler E, Van De Port I, Valkenberg H, Hoes AW, Backx FJG. Ankle injuries in the Netherlands: Trends over 10–25 years. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(3):331-337. doi:10.1111/sms.12248
4. Ergün T, Peker A, Aybay MN, Turan K, Muratoğlu OG, Çabuk H. Ultrasonography view for acute ankle injury: comparison of ultrasonography and magnetic resonance imaging. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022;143(3):1531-1536. doi:10.1007/s00402-022-04553-8
5. Kra A. Démembrement échographique des lésions anatomiques suite à un traumatisme de la cheville, d'ancienneté variable, se présentant comme une entorse latérale. *J Traumatol Sport*. 2022;39(2):121-126. doi:10.1016/j.jts.2022.02.002
6. Roemer FW, Jomaah N, Niu J, et al. Ligamentous Injuries and the Risk of Associated Tissue Damage in Acute Ankle Sprains in Athletes: A Cross-sectional MRI Study. *Am J Sports Med*. 2014;42(7):1549-1557. doi:10.1177/0363546514529643
7. Khor YP, Tan KJ. The Anatomic Pattern of Injuries in Acute Inversion Ankle Sprains: A Magnetic Resonance Imaging Study. *Orthop J Sports Med*. 2013;1(7):232596711351707. doi:10.1177/2325967113517078
8. De César PC, Ávila EM, De Abreu MR. Comparison of Magnetic Resonance Imaging to Physical Examination for Syndesmotic Injury after Lateral Ankle Sprain. *Foot Ankle Int*. 2011;32(12):1110-1114. doi:10.3113/FAI.2011.1110
9. Langner I, Frank M, Kuehn JP, et al. Acute inversion injury of the ankle without radiological abnormalities: assessment with high-field MR imaging and correlation of findings with clinical outcome. *Skeletal Radiol*. 2011;40(4):423-430. doi:10.1007/s00256-010-1017-y
10. Großterlinden LG, Hartel M, Yamamura J, et al. Isolated syndesmotic injuries in acute ankle sprains: diagnostic significance of clinical examination and MRI. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(4):1180-1186. doi:10.1007/s00167-015-3604-x
11. Schoennagel BP, Karul M, Avanesov M, et al. Isolated syndesmotic injury in acute ankle trauma: Comparison of plain film radiography with 3T MRI. *Eur J Radiol*. 2014;83(10):1856-1861. doi:10.1016/j.ejrad.2014.06.034
12. Bachmann LM. Accuracy of Ottawa ankle rules to exclude fractures of the ankle and mid-foot: systematic review. *BMJ*. 2003;326(7386):417-417. doi:10.1136/bmj.326.7386.417
13. Polzer H, Kanz KG, Prall WC, et al. Diagnosis and treatment of acute ankle injuries: development of an evidence-based algorithm. *Orthop Rev*. 2012;4(1). doi:10.4081/or.2012.e5
14. Petersen W, Rembitzki IV, Koppenburg AG, et al. Treatment of acute ankle ligament injuries: a systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133(8):1129-1141. doi:10.1007/s00402-013-1742-5



15. Chen ET, McInnis KC, Borg-Stein J. Ankle Sprains: Evaluation, Rehabilitation, and Prevention. *Curr Sports Med Rep.* 2019;18(6):217-223. doi:10.1249/JSR.0000000000000603
16. Banihachemi JJ, Courtois G, Ravey JN, Jund J, Saragaglia D. Pertinence de l'examen clinique en urgence pour le diagnostic des ruptures des faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral de la cheville. *J Traumatol Sport.* 2020;37(2):80-87. doi:10.1016/j.jts.2020.03.004
17. Vuurberg G, Hoorntje A, Wink LM, et al. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med.* 2018;52(15):956-956. doi:10.1136/bjsports-2017-098106
18. Lamb S, Marsh J, Hutton J, Nakash R, Cooke M. Mechanical supports for acute, severe ankle sprain: a pragmatic, multicentre, randomised controlled trial. *Lancet.* 2009;373.
19. Beynon BD, Renström PA, Haugh L, Uh BS, Barker H. A Prospective, Randomized Clinical Investigation of the Treatment of First-Time Ankle Sprains. *Am J Sports Med.* 2006;34(9):1401-1412. doi:10.1177/0363546506288676
20. Savage-Elliott I, Murawski CD, Smyth NA, Golanó P, Kennedy JG. The deltoid ligament: an in-depth review of anatomy, function, and treatment strategies. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(6):1316-1327. doi:10.1007/s00167-012-2159-3
21. McCollum GA, Van Den Bekerom MPJ, Kerkhoffs GMMJ, Calder JDF, Van Dijk CN. Syndesmosis and deltoid ligament injuries in the athlete. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(6):1328-1337. doi:10.1007/s00167-012-2205-1
22. Koris J, Calder JDF, Dalmau-Pastor M, Fernandez MA, Ramasamy A. Deltoid ligament injuries: A review of the anatomy, diagnosis and treatments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Published online May 26, 2024:ksa.12274. doi:10.1002/ksa.12274
23. Van Dijk CN, Longo UG, Loppini M, et al. Classification and diagnosis of acute isolated syndesmotic injuries: ESSKA-AFAS consensus and guidelines. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(4):1200-1216. doi:10.1007/s00167-015-3942-8
24. Norkus SA, Floyd RT. The Anatomy and Mechanisms of Syndesmotic Ankle Sprains. *J Athl Train.* Published online 2001.
25. Switaj PJ, Mendoza M, Kadakia AR. Acute and Chronic Injuries to the Syndesmosis. *Clin Sports Med.* 2015;34(4):643-677. doi:10.1016/j.csm.2015.06.009
26. Golanó P, Vega J, De Leeuw PAJ, et al. Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(5):557-569. doi:10.1007/s00167-010-1100-x
27. Aiyer AA, Zachwieja EC, Lawrie CM, Kaplan JRM. Management of Isolated Lateral Malleolus Fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2019;27(2):50-59. doi:10.5435/JAAOS-D-17-00417
28. Ogilvie-Harris DJ, Reed SC, Hedman TP. Disruption of the ankle syndesmosis: Biomechanical study of the ligamentous restraints. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 1994;10(5):558-560. doi:10.1016/S0749-8063(05)80014-3



29. Van Dijk CN, Longo UG, Loppini M, et al. Classification and diagnosis of acute isolated syndesmotic injuries: ESSKA-AFAS consensus and guidelines. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(4):1200-1216. doi:10.1007/s00167-015-3942-8
30. Takao M, Ochi M, Oae K, Naito K, Uchio Y. Diagnosis of a tear of the tibiofibular syndesmosis: THE ROLE OF ARTHROSCOPY OF THE ANKLE. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85-B(3):324-329. doi:10.1302/0301-620X.85B3.13174
31. Oae K, Takao M, Naito K, et al. Injury of the Tibiofibular Syndesmosis: Value of MR Imaging for Diagnosis. *Radiology.* 2003;227(1):155-161. doi:10.1148/radiol.2271011865
32. Clanton TO, Ho CP, Williams BT, et al. Magnetic resonance imaging characterization of individual ankle syndesmosis structures in asymptomatic and surgically treated cohorts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(7):2089-2102. doi:10.1007/s00167-014-3399-1
33. Ramsey PL, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58(3):356-357.
34. Van Den Bekerom MPJ, Lamme B, Hogervorst M, Bolhuis HW. Which Ankle Fractures Require Syndesmotic Stabilization? *J Foot Ankle Surg.* 2007;46(6):456-463. doi:10.1053/j.jfas.2007.08.009
35. Takao M, Ochi M, Naito K, et al. Arthroscopic diagnosis of tibiofibular syndesmosis disruption. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2001;17(8):836-843. doi:10.1053/jars.2001.25265
36. Vopat ML, Vopat BG, Lubberts B, DiGiovanni CW. Current trends in the diagnosis and management of syndesmotic injury. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017;10(1):94-103. doi:10.1007/s12178-017-9389-4
37. Sman AD, Hiller CE, Rae K, et al. Diagnostic accuracy of clinical tests for ankle syndesmosis injury. *Br J Sports Med.* 2015;49(5):323-329. doi:10.1136/bjsports-2013-092787
38. Harper MC, Keller TS. A Radiographic Evaluation of the Tibiofibular Syndesmosis. *Foot Ankle.* 1989;10(3):156-160. doi:10.1177/107110078901000308
39. Shah AS, Kadakia AR, Tan GJ, Karadsheh MS, Wolter TD, Sabb B. Radiographic Evaluation of the Normal Distal Tibiofibular Syndesmosis. *Foot Ankle Int.* 2012;33(10):870-876. doi:10.3113/FAI.2012.0870
40. Beumer A, Van Hemert WLW, Niesing R, et al. Radiographic Measurement of the Distal Tibiofibular Syndesmosis Has Limited Use. *Clin Orthop.* 2004;423:227-234. doi:10.1097/01.blo.0000129152.81015.ad
41. Krähenbühl N, Weinberg MW, Davidson NP, et al. Imaging in syndesmotic injury: a systematic literature review. *Skeletal Radiol.* 2018;47(5):631-648. doi:10.1007/s00256-017-2823-2
42. Ebraheim NA, Lu J, Yang H, Mekhail AO, Yeasting RA. Radiographic and CT Evaluation of Tibiofibular Syndesmotic Diastasis: A Cadaver Study. *Foot Ankle Int.* 1997;18(11):693-698. doi:10.1177/107110079701801103
43. Dikos GD, Heisler J, Choplin RH, Weber TG. Normal Tibiofibular Relationships at the Syndesmosis on Axial CT Imaging. *J Orthop Trauma.* 2012;26(7):433-438. doi:10.1097/BOT.0b013e3182535f30



44. Taser F, Shafiq Q, Ebraheim NA. Three-dimensional volume rendering of tibiofibular joint space and quantitative analysis of change in volume due to tibiofibular syndesmosis diastases. *Skeletal Radiol.* 2006;35(12):935-941. doi:10.1007/s00256-006-0101-9
45. Gifford PB, Lutz M. The Tibiofibular Line: An Anatomical Feature to Diagnose Syndesmosis Malposition. *Foot Ankle Int.* 2014;35(11):1181-1186. doi:10.1177/1071100714546187
46. Nault ML, Hébert-Davies J, La GY, Leduc S. CT Scan Assessment of the Syndesmosis: A New Reproducible Method. *J Orthop Trauma.* 2013;27(11).
47. Chen Y, Qiang M, Zhang K, Li H, Dai H. A reliable radiographic measurement for evaluation of normal distal tibiofibular syndesmosis: a multi-detector computed tomography study in adults. *J Foot Ankle Res.* 2015;8(1):32. doi:10.1186/s13047-015-0093-6
48. Elgafy H, Semaan HB, Blessinger B, Wassef A, Ebraheim NA. Computed tomography of normal distal tibiofibular syndesmosis. *Skeletal Radiol.* 2010;39(6):559-564. doi:10.1007/s00256-009-0809-4
49. Kellett JJ, Lovell GA, Eriksen DA, Sampson MJ. Diagnostic imaging of ankle syndesmosis injuries: A general review. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2018;62(2):159-168. doi:10.1111/1754-9485.12708
50. Linklater JM, Hayter CL, Vu D. Imaging of Acute Capsuloligamentous Sports Injuries in the Ankle and Foot: Sports Imaging Series. *Radiology.* 2017;283(3):644-662. doi:10.1148/radiol.2017152442
51. Campbell SE, Warner M. MR Imaging of Ankle Inversion Injuries. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2008;16(1):1-18. doi:10.1016/j.mric.2008.02.001
52. Crim J, Longenecker LG. MRI and Surgical Findings in Deltoid Ligament Tears. *Am J Roentgenol.* 2015;204(1):W63-W69. doi:10.2214/AJR.13.11702
53. Lee SH, Yun SJ. The feasibility of point-of-care ankle ultrasound examination in patients with recurrent ankle sprain and chronic ankle instability: Comparison with magnetic resonance imaging. *Injury.* 2017;48(10):2323-2328. doi:10.1016/j.injury.2017.07.015
54. Baltés TPA, Arnáiz J, Geertsema L, et al. Diagnostic value of ultrasonography in acute lateral and syndesmotomous ligamentous ankle injuries. *Eur Radiol.* 2021;31(4):2610-2620. doi:10.1007/s00330-020-07305-7
55. Mei-Dan O, Kots E, Barchilon V, Massarwe S, Nyska M, Mann G. A Dynamic Ultrasound Examination for the Diagnosis of Ankle Syndesmotomous Injury in Professional Athletes: A Preliminary Study. *Am J Sports Med.* 2009;37(5):1009-1016. doi:10.1177/0363546508331202
56. Van Dijk CN, Longo UG, Loppini M, et al. Conservative and surgical management of acute isolated syndesmotomous injuries: ESSKA-AFAS consensus and guidelines. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(4):1217-1227. doi:10.1007/s00167-016-4017-1
57. Porter D, Rund A, Barnes AF, Jaggars RR. Optimal management of ankle syndesmosis injuries. *Open Access J Sports Med.* Published online August 2014:173. doi:10.2147/OAJSM.S41564



58. Parlamas G, Hannon CP, Murawski CD, et al. Treatment of chronic syndesmotic injury: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(8):1931-1939. doi:10.1007/s00167-013-2515-y
59. Hopkinson WJ. Syndesmosis Sprains of the Ankle. *Foot Ankle.* Published online 1990.
60. Wright RW, Barile RJ, Surprenant DA, Matava MJ. Ankle Syndesmosis Sprains in National Hockey League Players. *Am J Sports Med.* 2004;32(8):1941-1945. doi:10.1177/0363546504264581
61. Boytim MJ, Fischer DA, Neumann L. Syndesmotic ankle sprains. *Am J Sports Med.* 1991;19(3):294-298. doi:10.1177/036354659101900315
62. Gerber JP, Williams GN, Scoville CR, Arciero RA, Taylor DC. Persistent Disability Associated with Ankle Sprains: A Prospective Examination of an Athletic Population. *Foot Ankle Int.* 1998;19(10):653-660. doi:10.1177/107110079801901002
63. Kent S, Yeo G, Marsland D, et al. Delayed stabilisation of dynamically unstable syndesmotic injuries results in worse functional outcomes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(10):3347-3353. doi:10.1007/s00167-020-05962-1
64. Brown KW, Morrison WB, Schweitzer ME, Parellada JA, Nothnagel H. MRI Findings Associated with Distal Tibiofibular Syndesmosis Injury. *Am J Roentgenol.* 2004;182(1):131-136. doi:10.2214/ajr.182.1.1820131
65. Dahmen J, Jaddi S, Hagemeyer NC, et al. Incidence of (Osteo)Chondral Lesions of the Ankle in Isolated Syndesmotic Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *CARTILAGE.* 2022;13(2):194760352211025. doi:10.1177/19476035221102569
66. Nussbaum ED, Hosea TM, Sieler SD, Incremona BR, Kessler DE. Prospective Evaluation of Syndesmotic Ankle Sprains without Diastasis. *Am J Sports Med.* 2001;29(1):31-35. doi:10.1177/03635465010290011001
67. Lin CF, Gross MT, Weinhold P. Ankle Syndesmosis Injuries: Anatomy, Biomechanics, Mechanism of Injury, and Clinical Guidelines for Diagnosis and Intervention. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(6):372-384. doi:10.2519/jospt.2006.2195
68. Sanders TG, Rathur SK. Impingement Syndromes of the Ankle. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2008;16(1):29-38. doi:10.1016/j.mric.2008.02.005
69. Russo A, Zappia M, Reginelli A, et al. Ankle impingement: a review of multimodality imaging approach. *Musculoskelet Surg.* 2013;97(S2):161-168. doi:10.1007/s12306-013-0286-8
70. Dimmick S, Linklater J. Ankle Impingement Syndromes. *Radiol Clin North Am.* 2013;51(3):479-510. doi:10.1016/j.rcl.2012.11.005
71. The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. <https://www.jamovi.org>
72. Mark Stevenson with contributions from Telmo Nunes, Cord Heuer, Jonathon Marshall, Javier Sanchez, Ron Thornton, Jeno Reiczigel, Jim Robison-Cox, Paola Sebastiani, Peter Solymos, Kazuki Yoshida, Geoff Jones, Sarah Pirikahu, Simon Firestone, Ryan Kyle, Johann Popp, Mathew Jay and Charles Reynard. (2020). epiR: Tools for the Analysis of Epidemiological Data.. [R package]. <https://CRAN.R-project.org/package=epiR>



73. Serdar Balci (2022). ClinicoPath jamovi Module doi:10.5281/zenodo.3997188. [R package]. <https://github.com/sbalci/ClinicoPathJamoviModule>
74. Bjoern Koneswarakantha (2019). easyalluvial: Generate Alluvial Plots with a Single Line of Code.. [R package]. <https://CRAN.R-project.org/package=easyalluvial>
75. Adam Chekroud (2020). nomogrammer: Fagan's nomograms with ggplot2. GitHub. <https://github.com/achekroud/nomogrammer>



UNIVERSITÉ DE NANTES

Annexes

**Fiche de recueil « ECHOLIG »**

Apport de l'échographie clinique dans l'identification des lésions du ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL) chez les patients pris en charge aux urgences pour une entorse de cheville.

Critères d'inclusion/exclusion : tout patient majeur, non vulnérable ou privé de libertés, se présentant aux urgences pour une entorse de cheville sans lésion osseuse associée.

N° d'inclusion : 1001 (à reporter dans le champ « Nom » sur l'examen d'échographie).

Date d'inclusion :

Partie réservée à l'expert pour relecture**Intégrité de l'AITFL (côté pathologique)**

Intact Lésion partielle Rupture ou avulsion Ininterprétable

Partie réservée au médecin urgentiste**Côté pathologique**

Droit Gauche

Mécanisme lésionnel

Dorsiflexion et rotation externe Inversion Eversion Autre ou inconnu

Lésions ligamentaires suspectées cliniquement (plusieurs réponses possibles)

Ligaments collatéraux externes Ligaments collatéraux internes Syndesmose tibio-fibulaire Autre

Radiographies de cheville

Normales Suspicion de lésion de la syndesmose tibio-fibulaire Non réalisées (absence de critère d'Ottawa)

Intégrité de l'AITFL (côté pathologique)

Intact Lésé/rompu/avulsé

Difficulté de réalisation (0 = très facile à 5 = impossible)

0 1 2 3 4 5

Expérience du médecin urgentiste

< 10 échographies 10-50 échographies > 50 échographies

Prise en charge initiale (plusieurs réponses possibles)

Attelle de cheville Botte de marche ou botte plâtrée sans appui Examens complémentaires Consultation d'orthopédie ou prise en charge chirurgicale

N° d'inclusion : 1001



Etude « ECHOLIG » - notice d'information

1. Titre du projet :

Apport de l'échographie clinique dans l'identification des lésions du ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL) chez les patients pris en charge aux urgences pour une entorse de cheville, étude « ECHOLIG ».

2. Chercheur titulaire responsable scientifique du projet :

Pr. Philippe LE CONTE (PU-PH)
Service des Urgences – CHU de Nantes
1 quai Moncoussu, 44000 Nantes
philippe.leconte@chu-nantes.fr – 02 40 08 39 34

3. Lieux de la recherche :

Service des Urgences, CHU de Nantes
Service des Urgences, Hôpital privé du Confluent
Service des Urgences, Hôpital Nord – APHM

4. But du projet de recherche :

Evaluer l'apport d'une stratégie de prise en charge des entorses de chevilles aux urgences intégrant l'échographie clinique pour l'identification des lésion partielles ou complètes du ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL).

5. Ce que l'on attend de vous :

Les données sont extraites de votre dossier médical, à l'issue de votre passage aux urgences. Votre participation à cette étude n'implique aucun examen, entretien ou acte diagnostique ou thérapeutique complémentaire.

6. Vos droits de vous retirer de la recherche à tout moment :

Votre contribution à cette recherche doit être volontaire, vous pouvez vous en retirer à tout moment. Votre décision de participer, de refuser de participer ou de cesser de participer à cette recherche n'aura aucune incidence sur votre prise en charge.

En cas de refus de participation ou de cessation de participation, aucune justification ne vous sera demandée.

7. Vos droits à la confidentialité, à la protection des données et au respect de la vie privée :

Les données recueillies avec votre accord durant cette étude seront traitées avec la confidentialité la plus entière. Aucune donnée nominative ne sera recueillie durant cette étude. L'ensemble des données recueillies seront anonymisées. Il sera attribué à votre dossier d'inclusion un numéro d'anonymat, sans qu'un lien avec votre identité ne soit possible. Les données recueillies seront stockées dans un endroit sécurisé et seuls les responsables scientifiques y auront accès. Ces données seront sauvegardées durant 5 ans maximum.

Conformément aux dispositions de la loi Informatique et Libertés, vous pourrez exercer votre droit d'accès et de rectification ou suppression auprès du ou de la responsable scientifique du projet.



Conformément au RGPD repris dans la Loi n°2018-493 relative à la Protection des données personnelles : droit d'accès, de rectification, d'opposition et de limitation des données et la possibilité d'introduire une réclamation auprès de la CNIL (art.13 2d du RGPD).

8. Bénéfices de l'étude :

L'identification d'une lésion de la syndesmose tibiofibulaire est primordiale pour votre prise en charge. Son identification dès votre passage aux urgences permet la mise en place précoce d'une immobilisation optimale. Cette prise en charge optimale permet de limiter la survenue de complications et séquelles.

9. Risques possibles de l'étude :

A notre connaissance, cette étude n'implique aucun risque autre que ceux associés à la prise en charge usuelle de cette pathologie.

10. Diffusion :

Cette étude sera diffusée dans des colloques et sera publiée dans des actes de colloque et des articles de revues académiques.

11. Vos droits de poser des questions à tout moment :

Vous pouvez à tout moment poser des questions au sujet de cette étude en contactant le responsable scientifique du projet par courrier électronique : philippe.leconte@chu-nantes.fr.

Titre de Thèse : Faisabilité et sécurité de l'intégration de l'échographie clinique dans l'identification des lésions du ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL) chez les patients pris en charge aux urgences pour une entorse de la cheville, étude « ECHOLIG »

RESUME

Introduction : l'identification des lésions isolées de la syndesmose tibio-fibulaire distale est difficile en routine. La morbidité associée à ces lésions est élevée. Le ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL) est la première structure à rompre.

Objectif : l'objectif de cette étude est d'évaluer les performances diagnostiques de l'échographie clinique en médecine d'urgence (ECMU) dans l'identification des lésions de l'AITFL chez les patients pris en charge aux urgences pour une entorse de cheville sans lésion osseuse associée.

Méthodes : une ECMU de l'AITFL était réalisée et interprétée par le médecin urgentiste. Les boucles vidéo étaient relues en aveugle par un médecin expert.

Résultats : l'ECMU n'était pas interprétable dans 35% des cas. 36 patients ont été inclus dans les analyses de performances diagnostiques. La sensibilité, la spécificité, la VPP et la VPN de l'ECMU étaient respectivement de 75.0 %, 96.4%, 85.7% et 93.1%.

Conclusion : lorsque l'ECMU est réalisée dans de bonnes conditions techniques, ses performances diagnostiques sont encourageantes. Un entraînement sur sujet sain est souhaitable avant son application en pratique courante.

MOTS-CLES

Syndesmose tibio-fibulaire distale, ligament tibio-fibulaire antéroinférieur (AITFL), entorse de la cheville, high ankle sprain, échographie clinique en médecine d'urgence (ECMU)