



UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2020

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Étude anatomique des ligaments tibio-fibulaires proximaux en
échographie**

Présentée et soutenue publiquement le 20 octobre à 18h
au Pôle Formation

Par Edouard TURQUET

JURY

Président :

Madame le Professeur Anne COTTEN

Asseseurs :

Monsieur le Professeur Xavier DEMONDION

Monsieur le Professeur Gilles PASQUIER

Directrice de Thèse :

Madame le Docteur Laura SCARCIOLLA

Avertissement

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses :
celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Liste des abréviations

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

TFP : Tibio-fibulaire proximale

AS : faisceau antéro-supérieur

AM1 : faisceau antéro-moyen haut

AM2 : faisceau antéro moyen bas

PS : faisceau postéro-supérieur

PM : faisceau postéro-moyen

BF : tendon du biceps fémoral

Table des matières

Rappels anatomiques articulaires	4
Résumé	7
Introduction	8
Matériels et méthodes	9
Étude anatomique sur pièces cadavériques	9
Patients et protocole échographique	10
Résultats	12
Étude anatomique sur pièces cadavériques	12
Patients et protocole échographique	16
Complexe ligamentaire TFP antérieur	16
Complexe ligamentaire TFP postérieur	23
Discussion	27
Complexe ligamentaire TFP antérieur	27
Complexe ligamentaire TFP postérieur	29
Conclusion	31
Références bibliographiques	32

RAPPELS ANATOMIQUES ARTICULAIRES

L'articulation tibio-fibulaire proximale (TFP) est une articulation synoviale située entre les facettes cartilagineuses hyalines du condyle tibial latéral et de la tête fibulaire, entourée par une capsule articulaire [1].

Elle est majoritairement de type plane (33.55% des cas), trochoïde (29.57% des cas), ou double-trochoïde (22.59% des cas). D'autres types plus rares ont été décrits : condyloïde, trochléaire, sphéroïde ou sellaire [2] (Figure 1).

Deux types d'orientation articulaire ont été définis selon le degré d'inclinaison [3] : horizontal avec une inclinaison inférieure à 20° et oblique avec une inclinaison supérieure à 20° (Figure 2). Le type oblique, comprenant une surface articulaire plus petite et une mobilité rotatoire plus restreinte [4], est associé à un risque plus élevé de fracture et de luxation [1].

L'articulation TFP communique avec l'articulation fémoro-tibiale via le récessus sous-poplité à travers un défaut du ligament tibio-fibulaire proximal postérieur dans 27,5% des cas [5] (Figure 3). Elle peut donc à ce titre être considérée comme le quatrième compartiment du genou [1].

La capsule de l'articulation TFP est constituée de tissu fibreux. Elle adhère à la capsule articulaire de la face latérale du genou qui présente un gradient d'épaisseur antéro-postérieur avec une insertion large en arrière du tubercule de Gerdy et linéaire à l'apex de la tête fibulaire [6].

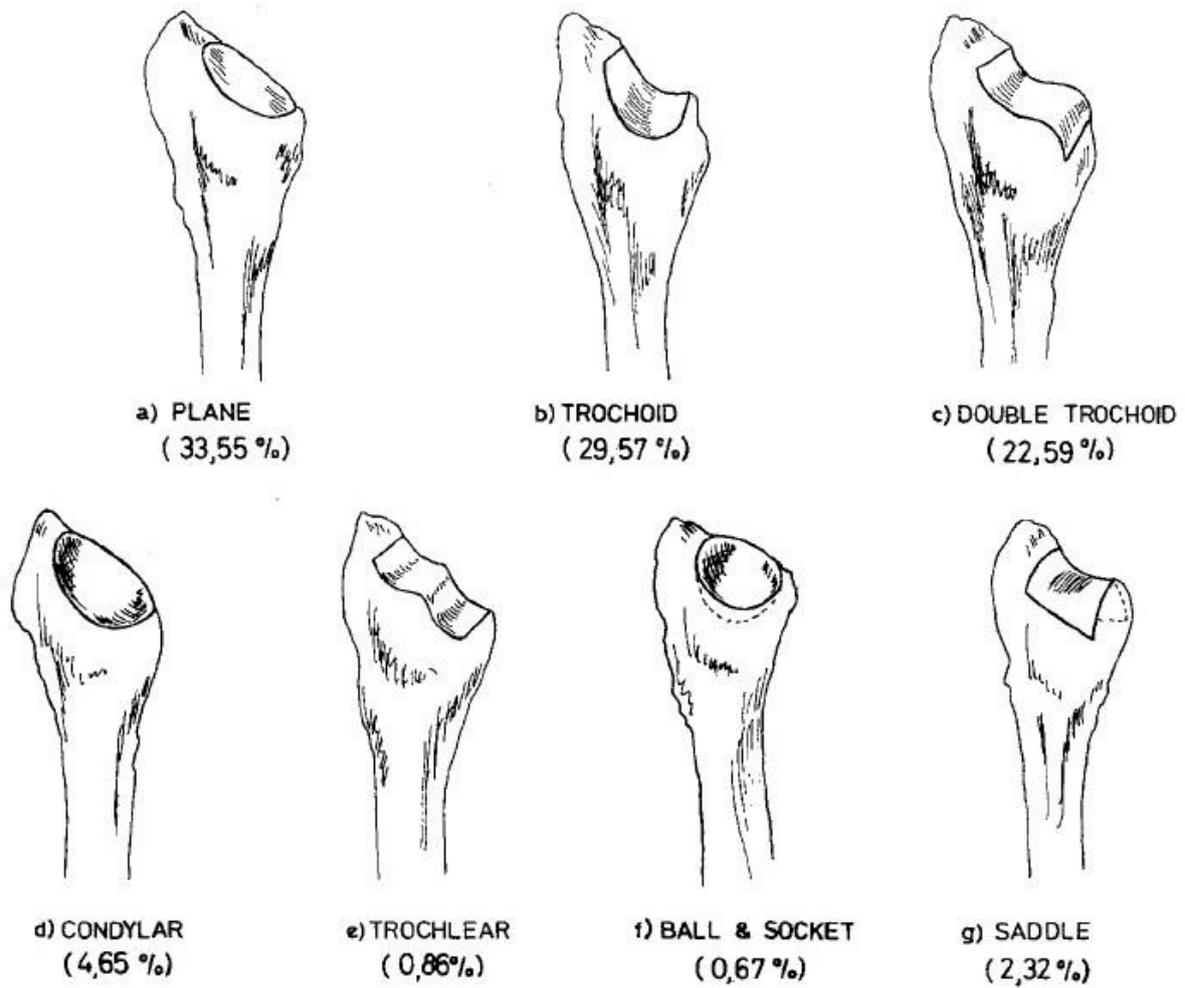


Figure 1 : Fréquences des types articulaires TFP [2].

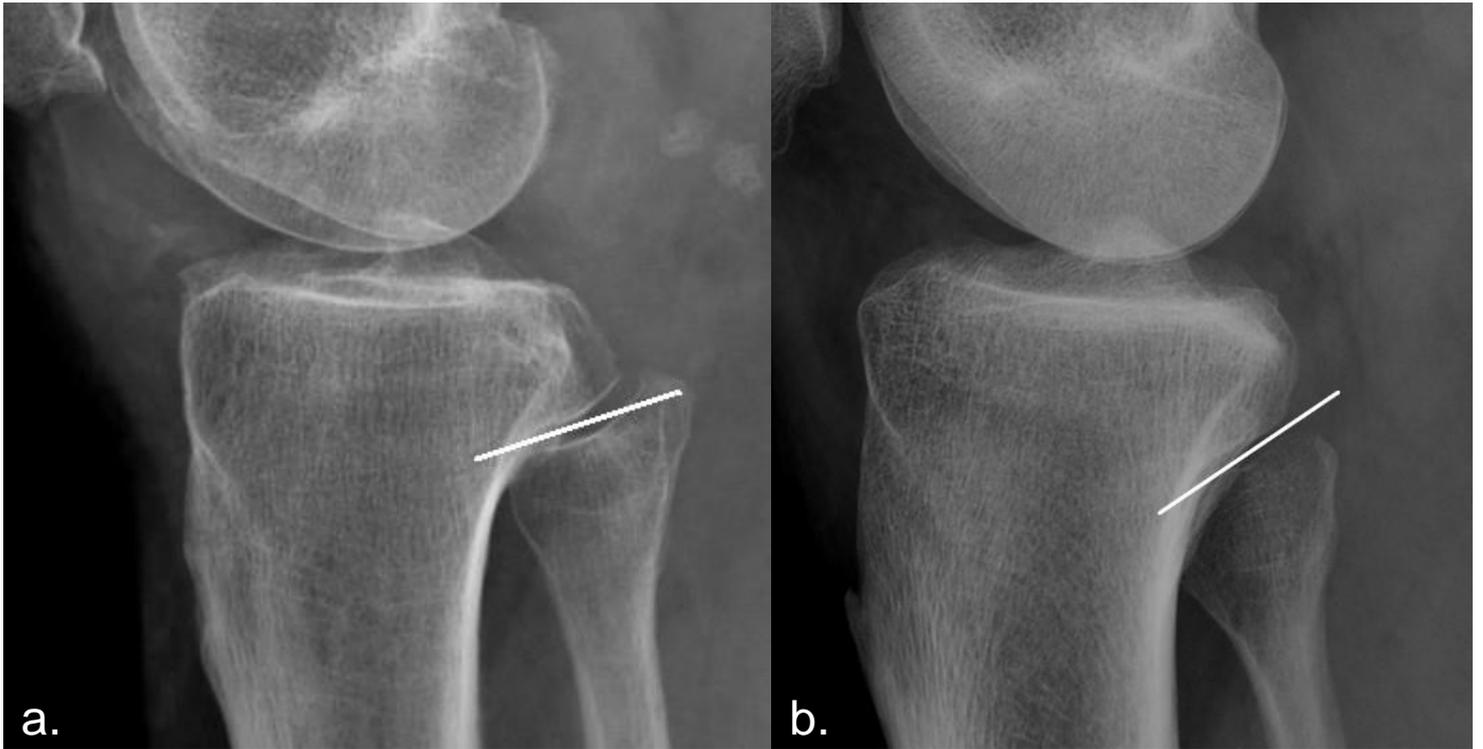


Figure 2 : Radiographies illustrant les deux types d'orientation articulaire selon l'inclinaison (ligne blanche). a. Type horizontal. b. Type oblique.



Figure 3 : Communication entre l'articulation fémoro-tibiale et TFP via le récessus sous-poplité illustrée en arthro-scanner avec passage de produit de contraste à travers un défaut du ligament TFP postérieur (flèches blanches).

RESUME

Objectifs : Aucune description des ligaments tibio-fibulaires proximaux (TFP) à l'aide de l'échographie haute fréquence n'a été rapportée dans la littérature jusqu'à présent. Le but de cette étude était de déterminer si l'échographie peut permettre l'évaluation de ces ligaments.

Méthodes : Cette étude a été initialement réalisée sur 3 pièces cadavériques, puis poursuivie en échographie par deux radiologues musculosquelettiques en consensus sur 52 patients sans antécédent de traumatisme ni de chirurgie du genou, et sans gonalgies latérales. La visibilité, l'échogénicité, la longueur et l'épaisseur des ligaments ont été évaluées.

Résultats : Concernant le complexe ligamentaire TFP antérieur, les faisceaux supérieur, moyens haut et bas ont été bien visualisés dans respectivement 42.3%, 100% et 75% des cas en échographie. Il existait une proximité étroite entre le faisceau supérieur et le bras antérieur du tendon du biceps fémoral dans 57.7% des cas. Concernant le complexe ligamentaire TFP postérieur, les faisceaux supérieur et moyen étaient bien visualisés dans respectivement 88.4% et 51.9% des cas en échographie. L'écho-anatomie de ces ligaments et le meilleur positionnement de la sonde pour leur visualisation ont été décrits dans cette étude.

Conclusion : La plupart des ligaments TFP peuvent être visualisés en échographie. Ce protocole peut avoir des applications cliniques, notamment chez les patients souffrant de gonalgies latérales.

INTRODUCTION

L'articulation tibio-fibulaire proximale (TFP) a été appelée "l'articulation oubliée" dans la littérature [7] en raison du peu d'attention souvent accordée à son anatomie et à sa pathologie. Cette articulation est stabilisée par des ligaments antérieurs épais et résistants et par des ligaments postérieurs plus fins [8]. L'instabilité de l'articulation TFP comprend un large spectre de manifestations cliniques, allant de la luxation aiguë à l'instabilité chronique [9]. Dans ce dernier cas, les symptômes peuvent être subtils et non-spécifiques, entraînant souvent négligence et erreur diagnostique chez les patients atteints [10]. De plus, il existe peu de données dans la littérature détaillant les signes spécifiques en imagerie associés à l'instabilité chronique [11]. Celle-ci se traduit par un épaississement voire une rupture partielle des ligaments TFP en Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) [9].

Dans notre service, l'articulation TFP est systématiquement étudiée en échographie. Cependant, aucune véritable standardisation du protocole d'échographie n'existe chez nos radiologues pour l'étude des ligaments TFP, et aucune n'est disponible dans la littérature, car, à notre connaissance, aucune description échographique des ligaments TFP n'a été rapportée jusqu'alors. Le but de cette étude était donc de déterminer si l'échographie peut permettre l'évaluation des ligaments TFP.

MATERIELS ET METHODES

Étude anatomique sur pièces cadavériques

L'étude a d'abord été entreprise sur deux membres inférieurs de cadavres humains non appariés (1 masculin et 1 féminin) afin de mieux comprendre l'anatomie des ligaments tibio-fibulaires proximaux. Les pièces cadavériques ont été données à des fins de recherche et d'enseignement de l'anatomie humaine. Elles ont été embaumées en utilisant une préparation à base d'eau distillée, de glycérine, de méthanol et de phénol, ce qui a permis de préserver la consistance des tissus et l'amplitude des mouvements articulaires. Aucune d'entre-elles ne présentaient un antécédent de traumatisme et/ou de chirurgie du genou. Les deux dissections ont été réalisées par un anatomiste expérimenté.

La peau et les tissus sous-cutanés ont été réséqués, mettant à jour le fascia et le tractus ilio-tibial sous-jacents. À la face latérale, l'ablation du fascia a permis la résection des insertions distales du tendon du biceps fémoral, y compris de son bras antérieur. À la face antéro-latérale, les insertions proximales des muscles de la jambe ont aussi été réséquées. À la face postérieure, les muscles ont été réséqués laissant seulement apparaître le tendon poplité qui a ensuite été sectionné à l'une de ses extrémités et récliné. Ensuite, le ligament collatéral latéral a lui aussi été réséqué afin de mieux visualiser les ligaments et les structures capsulaires sous-jacents. Une dissection minutieuse a ensuite été réalisée pour identifier les ligaments antérieurs et postérieurs de l'articulation TFP et les repères osseux caractéristiques. La longueur et l'épaisseur des ligaments ont aussi été mesurées.

Un troisième genou a ensuite été utilisé pour confirmer l'exactitude de la description des ligaments TFP en échographie. Les ligaments-cibles ont été transfixiés par deux radiologues musculosquelettiques, en consensus, sous contrôle échographique continu, grâce à un fil de suture Vicryl Ethicon® 3/0 (sur aiguille courbe de 19 mm). Une sonde linéaire de 17LH7 MHz (échographe Aplio i450, Canon Medical Systems, France, Europe) a été utilisée pour cette procédure.

Une dissection complémentaire du genou a ensuite été réalisée selon le protocole décrit précédemment, pour confirmer la correspondance entre les cibles échographiques et les cibles anatomiques.

Patients et protocole échographique

Entre Août 2019 et Février 2020, 52 patients (14 femmes et 38 hommes avec un âge moyen de 34 ans) ont été inclus dans cette étude, menée dans le service d'Imagerie Musculosquelettique du Centre Hospitalier Universitaire de Lille (France). Les critères d'inclusion étaient les patients adressés dans le service pour une échographie de genou, réalisée en pratique clinique courante en consensus par les deux mêmes radiologues (un radiologue sénior et un interne en radiologie). Les critères d'exclusion étaient les patients de moins de 18 ans, un antécédent de traumatisme ou de chirurgie du genou, la présence de gonalgies latérales et un protocole d'examen échographique incomplet. Chaque patient a donné son consentement éclairé. Cette étude a été déclarée et approuvée par le Comité d'Éthique pour la Recherche en Imagerie Médicale sous le numéro CRM-1907-023.

Toutes les échographies ont été réalisées en utilisant un échographe Aplio i800 (Canon Medical Systems, France, Europe) avec une sonde linéaire haute fréquence (18L5

MHz), sauf pour le faisceau moyen du complexe postérieur, pour lequel une sonde linéaire de plus basse fréquence (14L5 MHz) a aussi été utilisée en raison de sa profondeur.

52 genoux (27 droits/25 gauches) ont été analysés. Les patients étaient positionnés en décubitus dorsal avec le genou en flexion à 20-30° pour l'étude des différents faisceaux ligamentaires TFP antérieurs et en décubitus ventral avec le genou en extension pour l'étude des faisceaux TFP postérieurs. Pour chaque faisceau, une attention particulière a été portée pour garder l'axe de la sonde parallèle au grand axe du ligament afin d'éviter les artefacts d'anisotropie. La visibilité des ligaments TFP était classée comme bonne (ligament bien visible sur toute sa longueur, avec ses deux insertions) ou mauvaise. L'échogénicité des faisceaux, leur longueur et leur épaisseur ainsi que les insertions osseuses ont été étudiées. La différenciation entre le faisceau antéro-supérieur et le bras antérieur du tendon du biceps fémoral plus superficiel a également été analysée et classée comme bonne (séparation entre les deux structures) ou absente (pas de séparation évidente). Le mode Doppler-puissance a été utilisé lors de chaque examen pour essayer de détecter des structures vasculaires adjacentes aux ligaments TFP antérieurs.

RESULTATS

Étude anatomique sur pièces cadavériques

Sur chaque pièce, le complexe antérieur du ligament TFP était constitué de trois faisceaux (Figure 4) : 1 supérieur et 2 moyens. Le faisceau supérieur (longueur moyenne : 15 mm, largeur moyenne : 10 mm) s'insérait sur la face antéro-latérale du processus styloïde et de la tête fibulaire adjacente, juste en avant et légèrement en dessous de l'insertion du bras antérieur du tendon du biceps fémoral. Il s'orientait légèrement vers le haut et l'avant pour s'insérer à la face latérale du tibia, juste en arrière de l'insertion du bras antérieur. Le faisceau moyen haut (M1) (longueur moyenne : 13 mm, largeur moyenne : 5 mm) s'étendait de la face antéro-supérieure du bord latéral de la tête fibulaire à la face latérale du tibia, juste en distalité de l'insertion du faisceau supérieur. Le faisceau moyen bas (M2) (longueur moyenne : 10 mm, largeur moyenne : 7 mm) était situé en dessous et en profondeur du précédent faisceau M1 en raison de son insertion sur la face antérieure de la tête fibulaire. Aucun faisceau inférieur n'a pu être identifié.

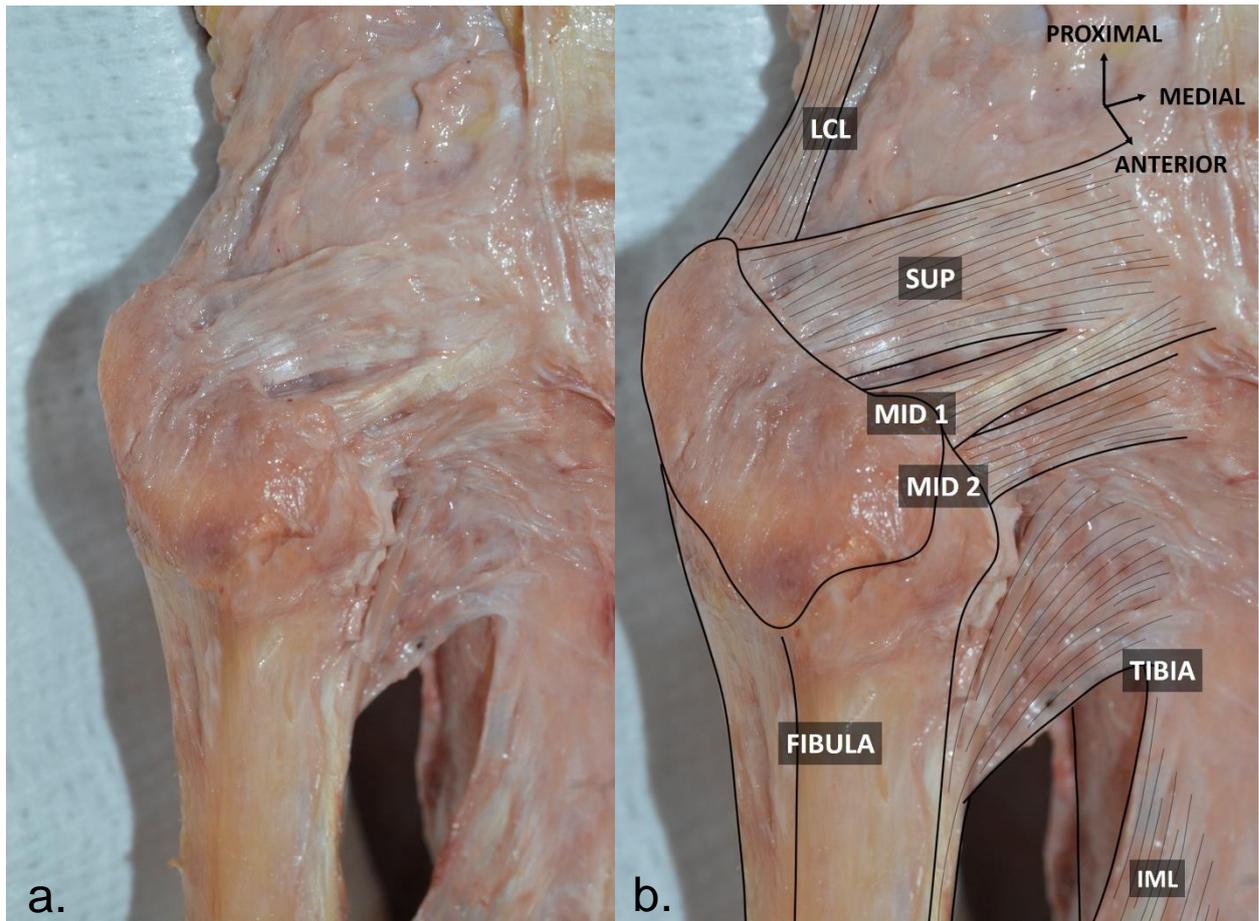


Figure 4 : Vue antérolatérale de l'articulation TFP sans (a) et avec (b) annotations. Les structures musculaires ont été réséquées, laissant apparaître le complexe ligamentaire TFP antérieur sous-jacent. SUP : faisceau supérieur du ligament TFP antérieur ; MID 1 : faisceau moyen haut du ligament TFP antérieur ; MID 2 : faisceau moyen bas du ligament TFP antérieur. LCL : ligament collatéral latéral ; IML : membrane interosseuse de la jambe.

En ce qui concerne le complexe postérieur (Figure 5), le faisceau supérieur apparaissait comme un épaississement capsulaire articulaire plutôt que comme un ligament à part entière. Il s'insérait sur la face postéro-supérieure du processus styloïde fibulaire, en dedans du ligament poplitéo-fibulaire. Il s'étendait vers le haut jusqu'à la face postérieure du condyle tibial latéral. Le faisceau moyen avait l'aspect d'une structure ligamentaire (longueur moyenne : 9 mm, largeur moyenne : 9 mm). Il s'étendait vers le haut et le dedans de la face postéro-médiale de la tête fibulaire au tibia adjacent. Le faisceau inférieur apparaissait comme un prolongement fibrillaire provenant du muscle soléaire. Il était situé entre le col fibulaire et le tibia adjacent, s'insérant juste au dessus de la ligne du soléaire.

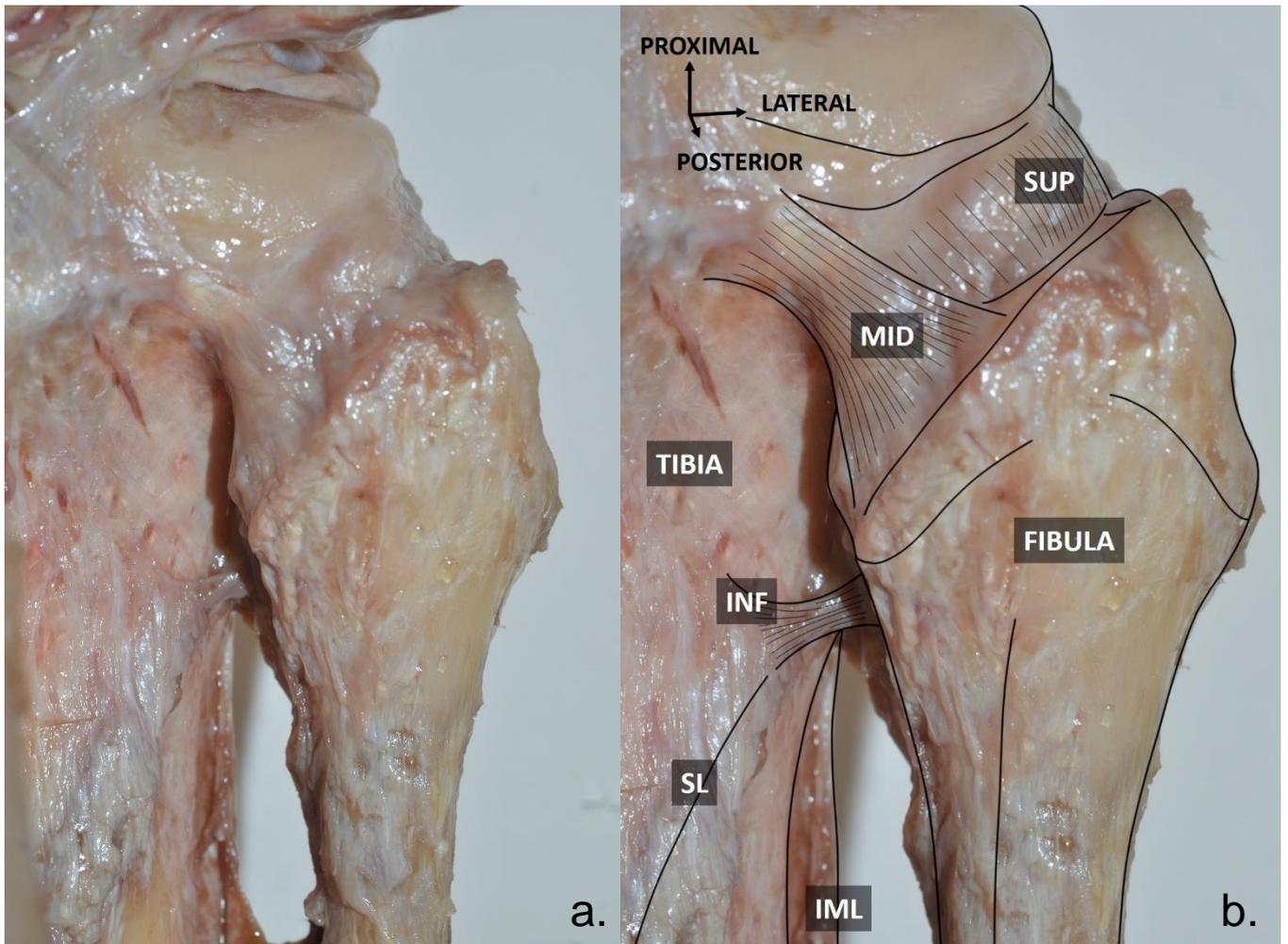


Figure 5 : Vue postérieure du ligament tibio-fibulaire proximal sans (a) et avec (b) annotations. Les structures musculaires et les ligaments collatéral latéral et poplitéo-fibulaire ont été réséqués. Le faisceau supérieur apparaît comme un épaississement de la capsule articulaire TFP. Le faisceau inférieur apparaît comme un prolongement fibrillaire provenant du muscle soléaire. SUP : faisceau supérieur du ligament TFP postérieur ; MID : faisceau moyen du ligament TFP postérieur ; INF : faisceau inférieur du ligament TFP postérieur ; SL : ligne du soléaire ; IML : membrane interosseuse de la jambe.

La dissection du troisième genou a confirmé que les ligaments TFP (3 faisceaux antérieurs et 2 faisceaux postérieurs) ont été correctement transfixiés. Aucun faisceau inférieur n'a pu être identifié et donc transfixié sous contrôle échographique.

Patients et protocole échographique

Complexe ligamentaire TFP antérieur

Pour mettre en évidence le faisceau supérieur, la visualisation préalable du bras antérieur du tendon du biceps fémoral s'est avérée utile, en raison de la proximité étroite entre les deux structures. Ce bras antérieur était facilement identifiable en coupe axiale par sa continuité avec le tendon biceps fémoral, juste à proximité de son insertion sur le processus styloïde.

Chez 22 patients (42.3% des cas), la différenciation entre le faisceau supérieur et le bras antérieur était bonne, avec un fin liseré hyperéchogène visualisé entre les deux structures (Figure 6). Le faisceau supérieur apparaissait comme une structure hyperéchogène et fine dans un plan axial légèrement orienté vers le haut (0-10°) et l'avant (Figure 7). Il s'étendait de la face antérieure du processus styloïde et de la tête fibulaire adjacente à la face latérale du tibia, environ 2 cm en arrière du tubercule de Gerdy. Son échogénicité était similaire à celle du bras antérieur adjacent. Sa longueur et son épaisseur moyennes étaient respectivement de 15.98 mm (SD=1.60) et 1.24 mm (SD=0.20) (tableau 1). Chez les 30 autres patients (57.7% des cas), aucun espace hyperéchogène ne séparait le faisceau supérieur du bras antérieur, rendant plus difficile la distinction entre ces deux structures (Figure 6).

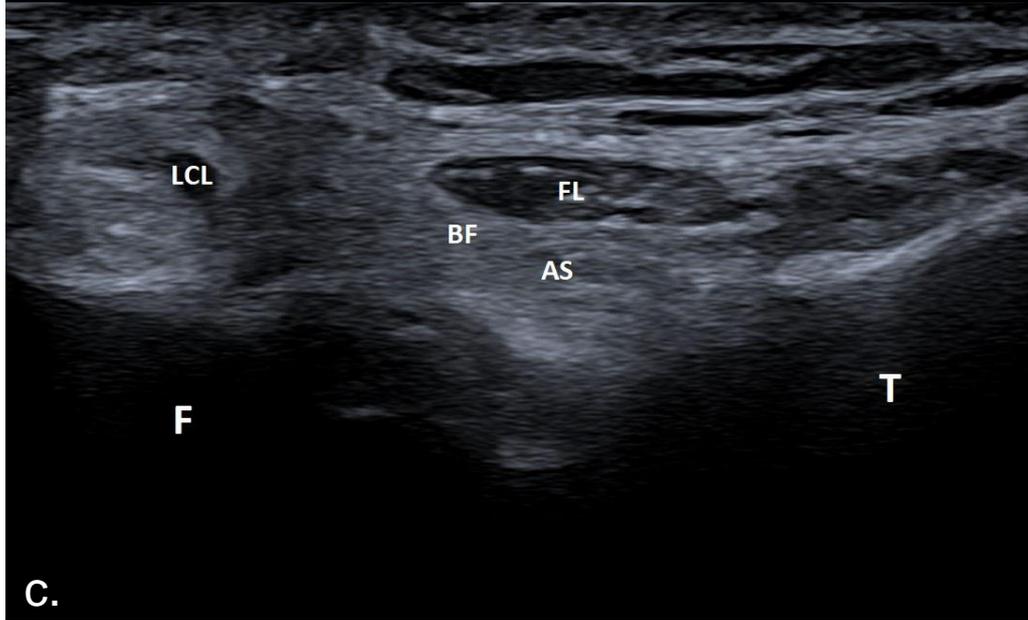
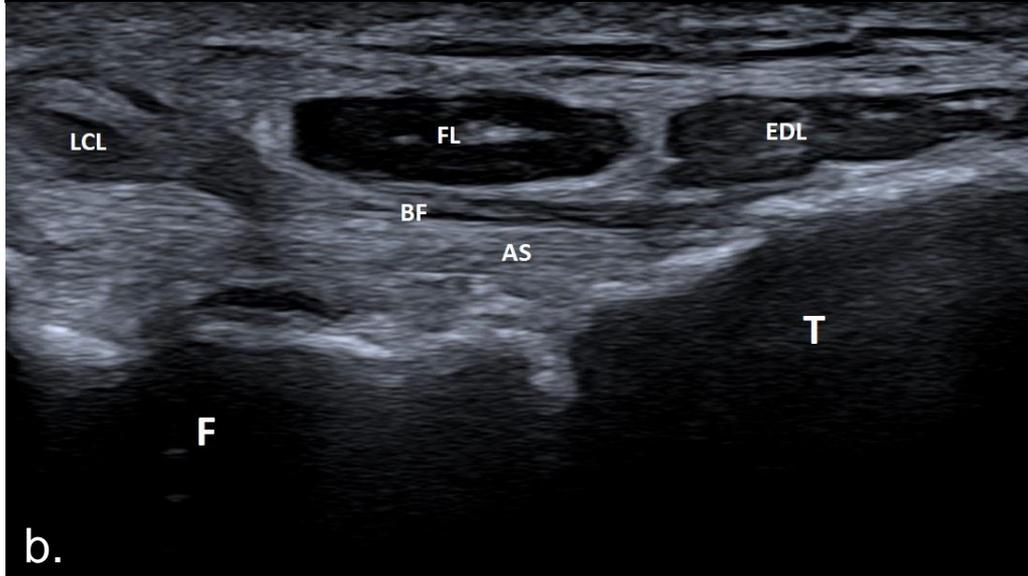
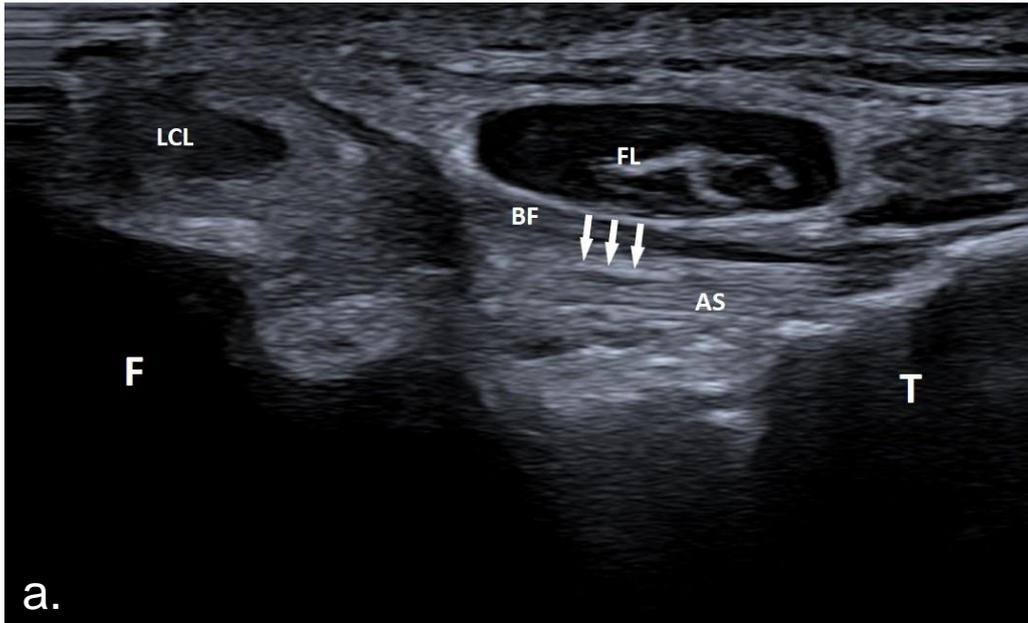


Figure 6 : Faisceau supérieur du ligament TFP antérieur (coupe axiale). a. Le faisceau supérieur (AS) est bien différencié du bras antérieur du muscle biceps fémoral (BF) plus superficiel. Il s'étend de la face antérieure du processus styloïde et de la tête fibulaire adjacente (F) à la face latérale du tibia (T). On note la présence d'un liseré hyperéchogène entre les deux structures (flèches blanches). b. Proximité étroite entre le faisceau supérieur (AS) et le bras antérieur (BF) mais leur anisotropie différente permet de les distinguer. c. Proximité étroite entre le faisceau supérieur (AS) et le bras antérieur (BF) sans possibilité de distinction en raison de leur échogénicité similaire. LCL : ligament collatéral latéral ; FL : muscle long fibulaire ; EDL : muscle long extenseur des orteils.

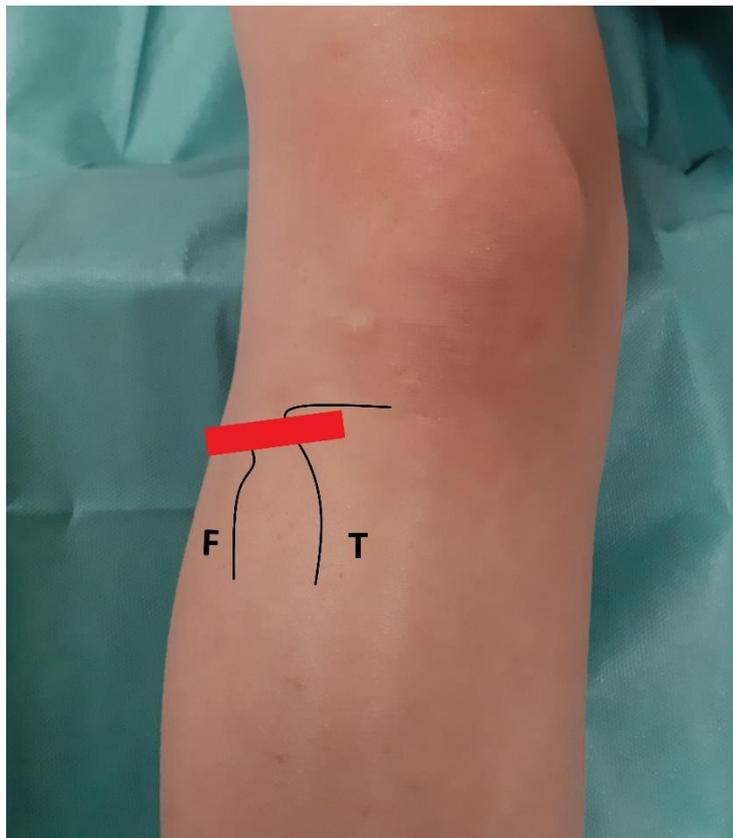


Figure 7 : Positionnement de la sonde en coupe axiale avec une orientation légèrement vers le haut et l'avant (0-10°) entre la fibula (F) et le tibia (T) pour la visualisation du faisceau antéro-supérieur.

Complexe antérieur

Faisceau	Longueur (mm)			Epaisseur (mm)		
	Moyenne	Déviatiion standard	Ecart-type	Moyenne	Déviatiion standard	Ecart-type
<i>Supérieur</i>	15.98	1.60	12.4-19.2	1.24	0.20	0.7-1.8
<i>Moyen M1</i>	12.34	0.90	10.6-14.7	1.21	0.19	0.7-1.6
<i>Moyen M2</i>	8.20	1.12	6.3-0.9	1.16	0.23	0.8-1.7

Complexe postérieur

Faisceau	Longueur (mm)			Epaisseur (mm)		
	Moyenne	Déviatiion standard	Ecart-type	Moyenne	Déviatiion standard	Ecart-type
<i>Supérieur</i>	4.12	0.68	2.9-6	0.88	0.19	0.7-1.3
<i>Moyen</i>	8.12	0.90	6.2-10	1.89	0.46	0.9-2.8

Tableau 1 : Mesures ligamentaires en échographie.

Le faisceau moyen haut (M1) a pu être mis en évidence comme une structure hyperéchogène chez tous les patients (Figure 8). Il était orienté dans un plan axial (incliné de 0 à 10° vers le haut) (Figure 9), sous le faisceau supérieur, étendu de la face antéro-supérieure du bord latéral de la tête fibulaire à la face latérale du tibia, environ 2 cm en arrière du tubercule de Gerdy. Sa longueur et son épaisseur moyennes étaient respectivement de 12.34 mm (SD=0.90) et 1.21 mm (SD=0.19) (tableau 1).

Le faisceau moyen bas (M2) a pu être identifié chez 39 patients (75% des cas) (Figure 5). Ce ligament hyperéchogène se situait sous le faisceau moyen M1 dans un plan oblique vers le haut (inclinaison de 20 à 30°) et l'avant (Figure 9), étendu de la face antérieure de la tête fibulaire au bord latéral du tibia. Il partageait une insertion commune avec M1 sur le tibia mais en regard de son insertion fibulaire, un fin liseré hyperéchogène a été retrouvé dans tous les cas entre M1 et M2. Un ou plusieurs spots veineux pouvaient être identifiés dans cet espace en Doppler-énergie chez 15 patients sur 39 (38.5% des cas). Les longueur et épaisseur moyennes de M2 étaient respectivement de 8.20 mm (SD=1.12) et 1.16 mm (SD=0.23) (tableau 1). M2 était partiellement visualisé chez 7 patients (13.5% des cas) avec visualisation uniquement de son insertion fibulaire (4 cas) ou tibiale (3 cas). Il n'était pas possible de le mettre en évidence chez 6 patients (11.5% des cas).

Aucun faisceau inférieur n'a pu être identifié.

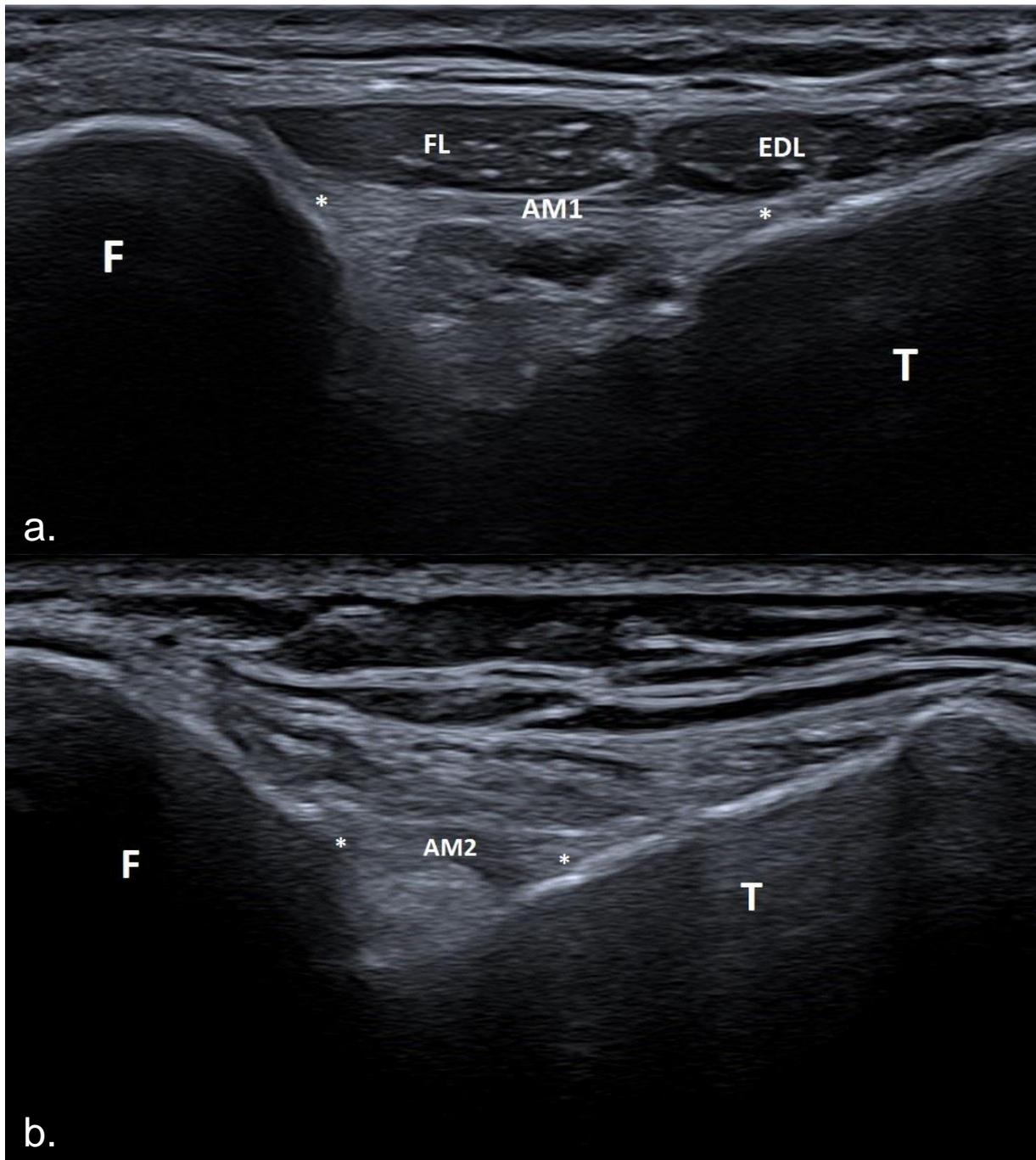


Figure 8 : Faisceaux moyens du ligament TFP antérieur. a. Coupe axiale montrant le faisceau moyen haut (AM1) et ses insertions (étoiles), qui s'étend de la face antéro-supérieure du bord latéral de la tête fibulaire (F) à la face latérale du tibia (T). FL : muscle long fibulaire ; EDL : muscle long extenseur des orteils. b. Coupe axiale légèrement oblique vers le haut et l'avant montrant le faisceau moyen bas (AM2) et ses insertions (étoiles) qui s'étend de la face antérieure de la tête fibulaire (F) au bord latéral du tibia (T).

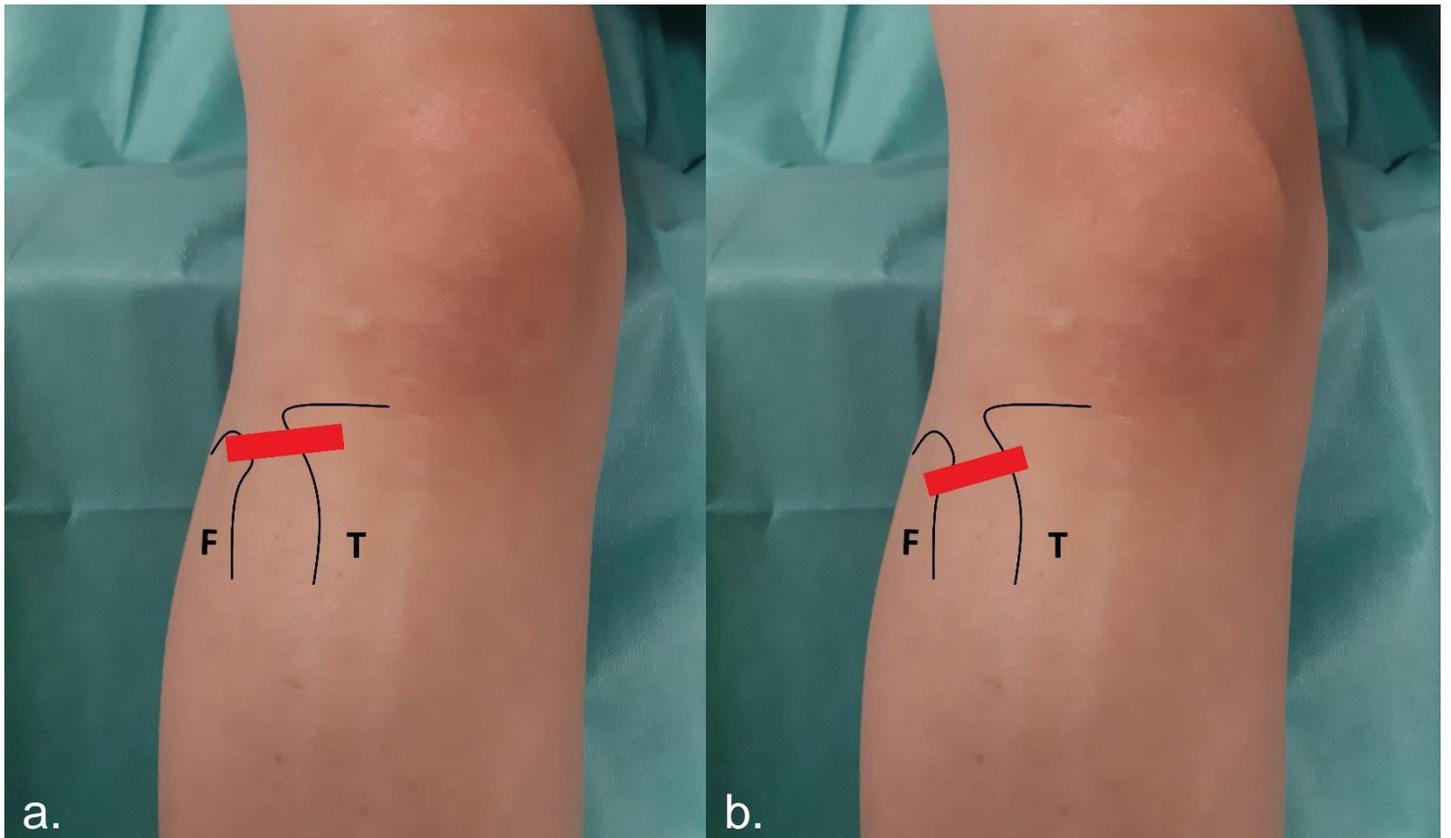


Figure 9 : Positionnement de la sonde entre la fibula (F) et le tibia (T) pour la visualisation des faisceaux antéro-moyens. a. Coupe axiale avec une orientation légèrement vers le haut et l'avant (0-10°) pour le faisceau antéro-moyen haut M1. b. Coupe oblique avec une orientation vers le haut et l'avant (20-30°) pour le faisceau antéro-moyen bas M2.

Complexe ligamentaire TFP postérieur

Le faisceau supérieur a été visualisé chez 46 patients (88.4% des cas) (Figure 10).

Cette structure hypoéchogène et légèrement convexe avait un trajet sagittal oblique vers le haut (Figure 11) de la face postéro-supérieure du processus styloïde fibulaire à la face postérieure du condyle tibial latéral, recouvrant l'articulation TFP. Sa longueur et son épaisseur moyennes étaient respectivement de 4.12 mm (SD=0.68) et 0.88 (SD=0.19) (tableau 1).

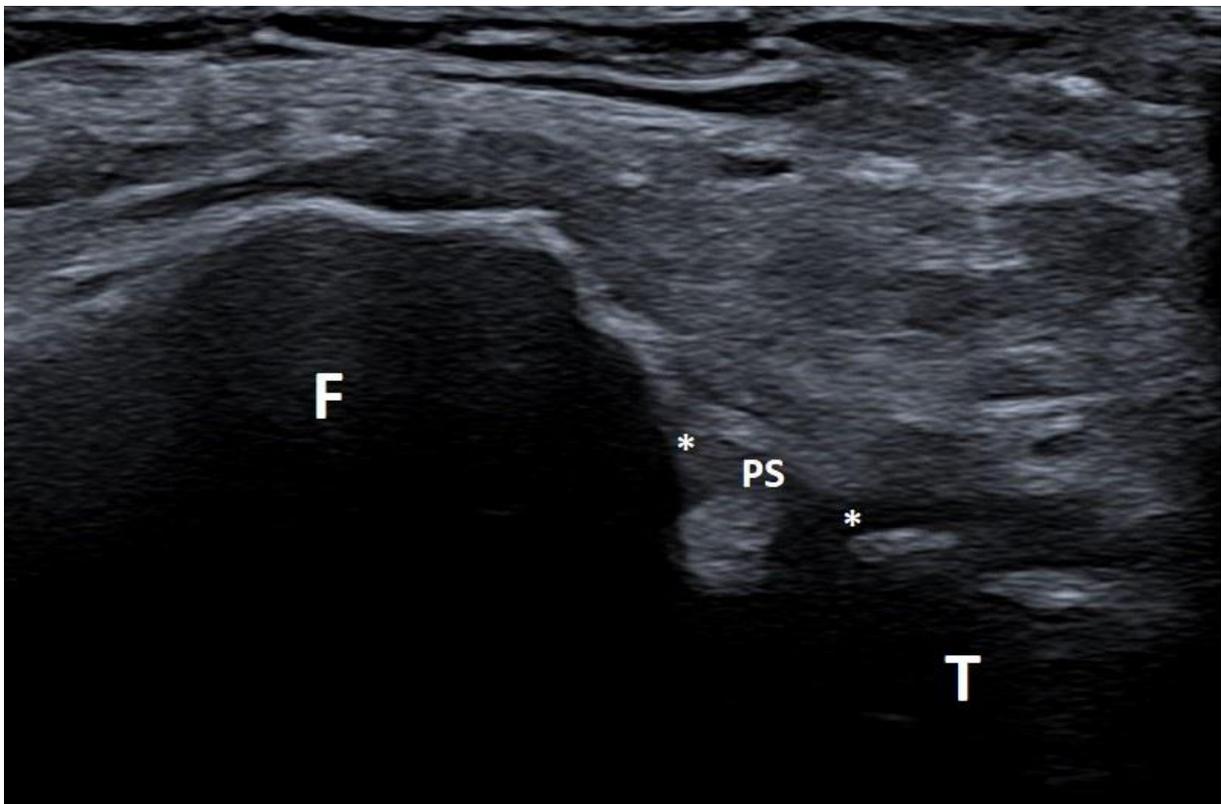


Figure 10 : Faisceau supérieur du ligament TFP postérieur (PS) et ses insertions (étoiles) en coupe sagittale. Il s'étend de la face postéro-supérieure de la styloïde fibulaire (F) à la face postérieure du condyle tibial latéral (T).

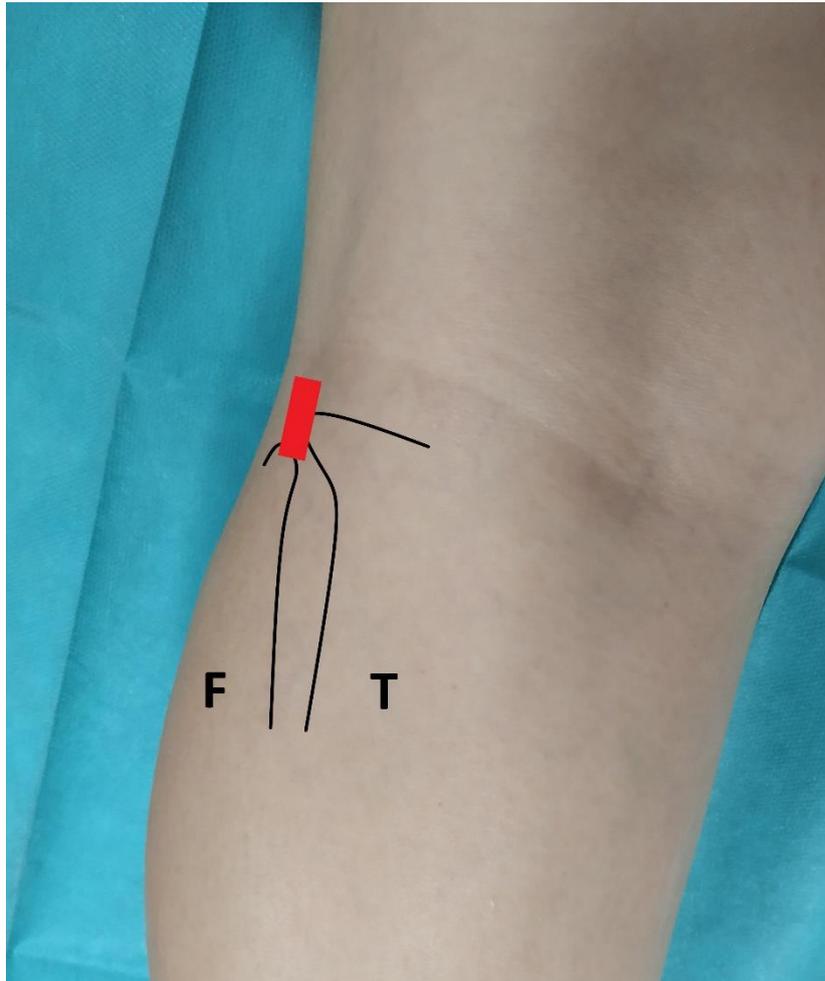


Figure 11 : Positionnement de la sonde en coupe sagittale entre la fibula (F) et le tibia (T) pour la visualisation du faisceau postéro-supérieur.

La visualisation du faisceau moyen était bonne chez 27 patients (51.9% des cas) (Figure 12). Cette structure hypoéchogène s'étendait dans un plan oblique vers le haut (avec un angle de 40 à 50°) (Figure 13) de la face postéro-médiale de la tête fibulaire à la face adjacente du condyle tibial latéral. Sa longueur et son épaisseur moyennes étaient respectivement de 8.12 mm (SD=0.90) et 1.89 mm (SD=0.46) (tableau 1). Chez 8 patients (15% des cas), seule son insertion fibulaire a pu être visualisée.

Aucun faisceau inférieur n'a pu être identifié dans notre étude.

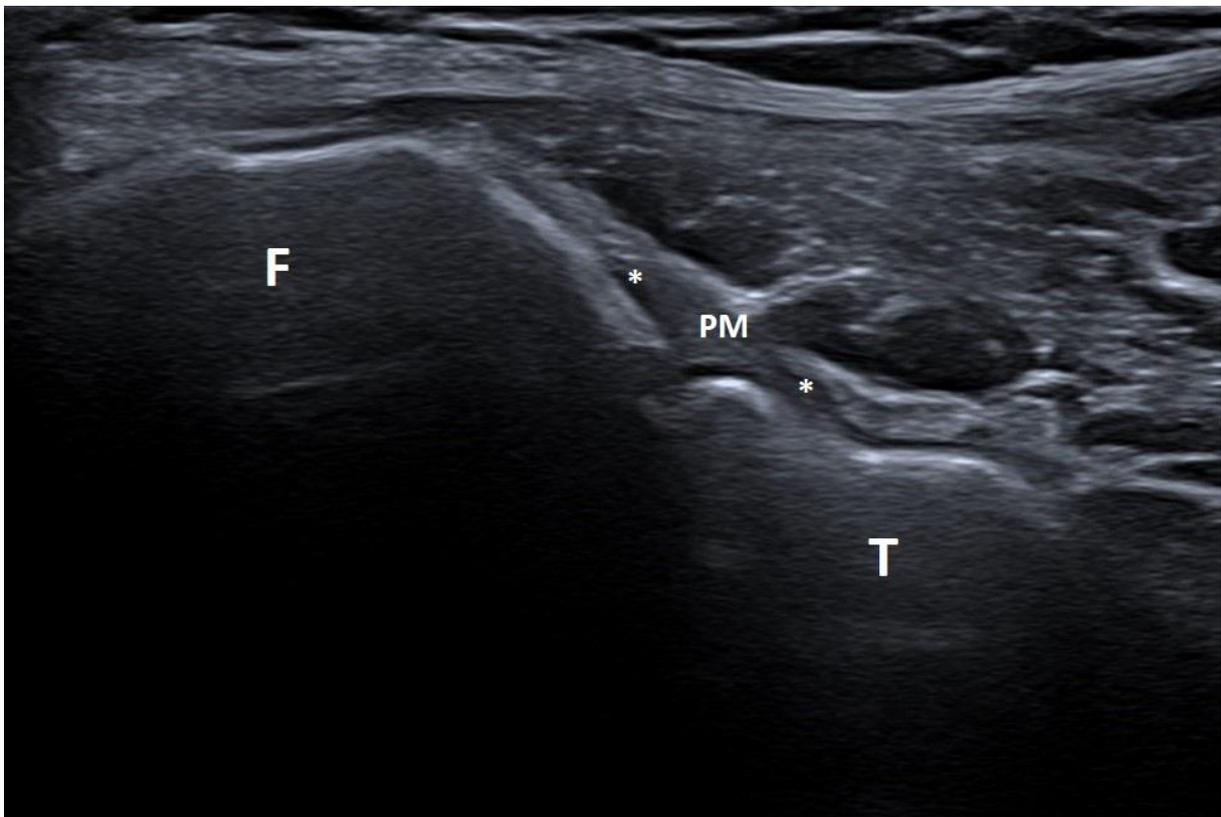


Figure 12 : Faisceau moyen du ligament TFP postérieur (PM) et ses insertions (étoiles) en coupe oblique vers le haut. Il s'étend de la face postéro-médiale de la tête fibulaire (F) à la face adjacente du condyle tibial latéral (T).

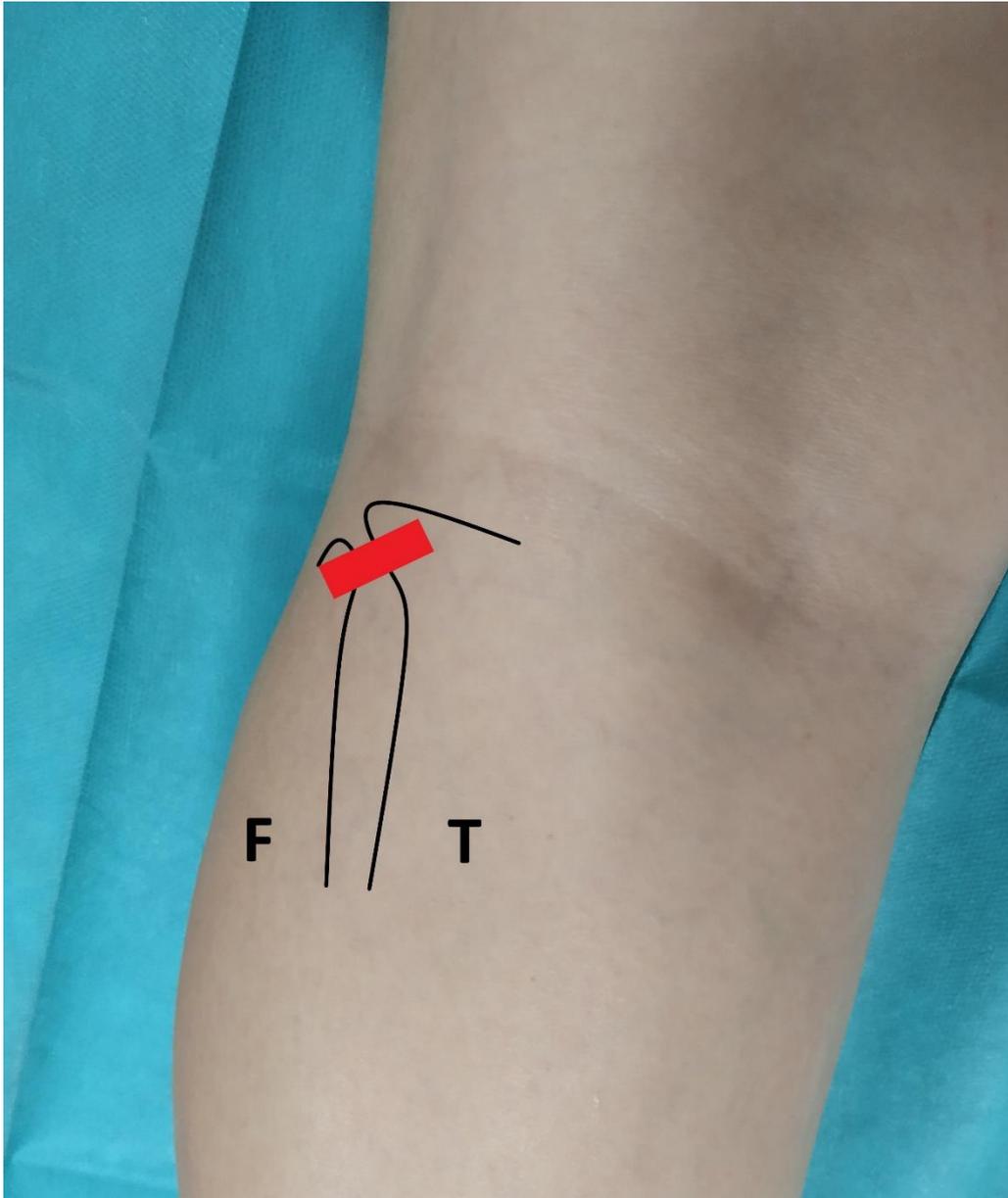


Figure 13 : Positionnement de la sonde en coupe oblique avec une orientation vers le haut et le dedans (40-50°) entre la fibula (F) et le tibia (T) pour la visualisation du faisceau antéro-moyen.

DISCUSSION

À notre connaissance, il s'agit de la première étude échographique pour l'évaluation des ligaments TFP. Ceci est d'autant plus surprenant que cette articulation est relativement superficielle et donc théoriquement accessible par cette modalité d'imagerie.

La compréhension de l'anatomie est fondamentale pour l'étude des ligaments en échographie. À cet égard peu de données de la littérature décrivent l'anatomie des ligaments TFP. De plus, des variations de nombre, de taille et d'orientation des faisceaux ligamentaires ont été rapportées.

Complexe ligamentaire TFP antérieur

Jusqu'à quatre faisceaux ont été décrits à la face antérieure [7]. Notre étude cadavérique a mis en évidence trois structures ligamentaires, un faisceau supérieur et deux faisceaux moyens. Dans la littérature, le faisceau supérieur semble être constant tandis que des variations anatomiques touchent majoritairement les autres faisceaux.

Lors de l'étude du faisceau antéro-supérieur en échographie, il s'est avéré utile de débiter par la mise en évidence du bras antérieur du tendon du biceps fémoral étant donné que cette structure était plus superficielle que le faisceau supérieur adjacent et donc plus facile à retrouver. Dans 42.3% des cas, le faisceau supérieur pouvait être facilement identifié comme une structure hyperéchogène étendue de la face antérieure du processus styloïde fibulaire et de la tête adjacente à la face latérale du tibia. Il était bien différencié du bras antérieur grâce à un fin liseré graisseux hyperéchogène entre les deux structures. La longueur et l'épaisseur moyennes de ce faisceau supérieur correspondaient à celles rapportées dans une étude cadavérique [7]. Cependant, dans

57.7% des cas, le bras antérieur et le faisceau supérieur étaient accolés, rendant leur différenciation difficile. Une proximité étroite et même une fusion entre les deux structures a en effet été décrite dans plusieurs études cadavériques [2,12]. L'utilisation de l'échographie dynamique avec de légères oscillations de la sonde s'est avérée utile pour créer de minimes différences d'échogénicité dues à l'anisotropie variable de ces deux structures dans certains cas (Figure 3).

Le faisceau antéro-moyen haut M1 pouvait être visualisé dans tous les cas sous la forme d'une structure hyperéchogène étendue de la face antéro-supérieure du bord latéral de la tête fibulaire à la face latérale du tibia. Contrairement à notre étude cadavérique qui retrouvait deux faisceaux moyens sur chacun des deux spécimens, le faisceau antéro-moyen M2 n'a pu être visualisé que dans 75% des cas en échographie. La distinction entre M1 et M2 était facilitée en échographie par la présence d'une fine bande hyperéchogène entre les deux structures, qui pouvait parfois contenir de petits spots veineux. L'absence de visualisation de M2 dans 25% des cas pourrait s'expliquer par sa profondeur, le rendant plus difficile à mettre en évidence que M1 en échographie, ou la proximité étroite entre M1 et M2, qui peut empêcher leur différenciation en échographie. En effet, M2 a été retrouvé de façon inconstante sur des études cadavériques [7,13] et certains auteurs ont préféré le terme de « complexe moyen » avec de rares descriptions de division ou de présence d'un faisceau profond au sein de cet espace [7].

Aucun faisceau inférieur n'a pu être retrouvé en échographie. Ce faisceau a été décrit dans une seule étude cadavérique de façon inconstante dans 6 cas sur 10 [7]. Son absence, son aspect fin, sa localisation profonde pourraient expliquer sa non-visualisation en échographie dans notre étude. De plus, certains auteurs ont décrit un petit faisceau accessoire, prolongeant la partie supérieure de la membrane interosseuse

de la jambe [14]. Ce faisceau, aussi appelé ligament de Barkow, pourrait être confondu avec le faisceau antéro-inférieur du ligament TFP, mais ses rapports avec l'articulation TFP ne sont pas clairement définis.

Complexe ligamentaire TFP postérieur

À la face postérieure, l'anatomie des ligaments TFP a rarement été relatée, avec des descriptions allant de trois faisceaux distincts [7] au simple épaissement capsulaire sans faisceau individualisable [15]. Quelle que soit leur description, le complexe ligamentaire TFP postérieur est considéré comme moins résistant que le complexe antérieur [8].

En ce qui concerne le faisceau supérieur, il se présentait plus comme un épaissement capsulaire de l'articulation TFP que comme un faisceau ligamentaire distinct sur les pièces anatomiques utilisées dans notre étude. Ce ligament avait déjà été décrit précédemment comme un épaissement focal de la capsule articulaire sur des études cadavériques en histologie, IRM et arthro-IRM [5]. Il sépare l'articulation TFP du récessus sous-poplité. Ce faisceau a été détecté dans 88.4% des cas en échographie. Il était visualisé dans un plan sagittal comme une structure hypoéchogène reliant la face postéro-supérieure de la styloïde fibulaire à la face latérale du condyle tibial latéral. Son hypoéchogénicité s'explique probablement par l'obliquité de la sonde par rapport à l'axe du ligament, et par la légère convexité de ce dernier. Le fait qu'il soit à proximité étroite des os adjacents pourrait justifier son absence de visualisation dans 11.6% des cas en échographie. Cela pourrait aussi s'expliquer par la présence d'un défaut en son sein. Ce défaut est connu pour entraîner une communication entre l'articulation TFP et l'articulation fémoro-tibiale en arthrographie de genou [5].

Le faisceau moyen était bien identifié comme une véritable structure ligamentaire sur nos pièces cadavériques. Il était visualisé comme une structure hypoéchogène étendue de la face postéro-médiale de la tête fibulaire à la face adjacente du condyle tibial latéral en échographie. Toutefois, il n'était détecté que dans 51.9% des cas chez nos patients, probablement en raison de sa topographie profonde avec de nombreuses interpositions musculaires responsables d'une atténuation du faisceau ultrasonore. Sa localisation profonde explique aussi sans doute son aspect hypoéchogène.

Nous reconnaissons quelques limites à cette étude. Premièrement, seulement 3 pièces cadavériques ont été disséquées. Toutefois, le but de notre étude n'était pas de déterminer la prévalence des variations anatomiques des ligaments TFP.

Deuxièmement, seulement 52 patients ont été inclus dans l'étude. Des études plus importantes pourraient retrouver une prévalence de détection des faisceaux différente.

Troisièmement, la reproductibilité intra et inter-observateur n'a pas été évaluée, car toutes les échographies ont été réalisées en consensus par deux radiologues musculosquelettiques. Cela peut influencer la prévalence de visibilité des faisceaux ligamentaires TFP. Cependant, le principal but de cette étude était de décrire l'aspect échographique modal de ces structures. Quatrièmement, nous n'avons pas établi de corrélation entre la longueur et l'épaisseur de nos faisceaux et la longueur de la jambe ou la morphologie de l'articulation TFP. Toutefois, cela n'a pas non plus été analysé auparavant, ni sur des études cadavériques ni en IRM. Enfin, nous n'avons pas non plus évalué si les faisceaux avaient un aspect symétrique. Cela pourrait avoir un intérêt dans l'étude de ces ligaments en pratique courante.

CONCLUSION

Pour conclure, notre étude a montré que la plupart des ligaments TFP peuvent être visualisés au moyen de l'échographie. Les applications possibles de ce protocole doivent maintenant être confirmées en pratique clinique, en particulier chez les patients présentant des gonalgies latérales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Van Seymourtier P, Ryckaert A, Verdonk P, et al (2008) Traumatic Proximal Tibiofibular Dislocation. *Am J Sports Med* 36:793–8.
2. Eichenblat M, Nathan H (1983) The proximal tibio fibular joint. An anatomical study with clinical and pathological considerations. *Int Orthop* 7:31-9.
3. Ogden JA (1974) The anatomy and function of the proximal tibiofibular joint. *Clin Orthop Relat Res* 101:186-91.
4. Espregueira-Mendes JD, da Silva MV (2006) Anatomy of the proximal tibiofibular joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14:241-249.
5. Dirim B, Wangwinyuvirat M, Frank A et al (2008) Communication between the proximal tibiofibular joint and knee via the subpopliteal recess: MR arthrography with histologic correlation and stratigraphic dissection. *AJR Am J Roentgenol* 191:44-51.
6. Hisayo Nasu, Akimoto Nimura, Sara Sugiura, Hitomi Fujishiro, Hideyuki Koga, Keiichi Akita. An anatomic study on the attachment of the joint capsule to the tibia in the lateral side of the knee. *Surg Radiol Anat* 2018;40(5):499-506.
7. Anavian J, Marchetti DC, Moatshe G et al (2018) The forgotten joint: quantifying the anatomy of the proximal tibiofibular joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 26:1096-1103.
8. Marchetti DC, Moatshe G, Phelps BM et al (2017) The Proximal Tibiofibular Joint: A Biomechanical Analysis of the Anterior and Posterior Ligamentous Complexes. *Am J Sports Med* 45:1888-1892.
9. Burke CJ, Grimm LJ, Boyle MJ, Moorman CT 3rd, Hash TW 2nd (2016) Imaging of Proximal Tibiofibular Joint Instability: A 10 year retrospective case series. *Clin Imaging* 40:470-476.
10. Bozkurt M, Yilmaz E, Akseki D, Havitcioğlu H, Günal I (2004) The evaluation of the proximal tibiofibular joint for patients with lateral knee pain. *Knee* 11:307-312.
11. Zoller M, Reittner P, Schatz B, Schaden D, Schaffler G (2006) MRI features of tibiofibular joint dislocation. *Eur Radiol* 16:1621-1622.
12. Bozkurt M, Yilmaz E, Atlihan D, Tekdemir I, Havitçioğlu H, Günal I (2003) The proximal tibiofibular joint: an anatomic study. *Clin Orthop Relat Res. Clin Orthop Relat Res* 406:136-140.
13. See A, Bear RR, Owens BD (2013) Anatomic mapping for surgical reconstruction of the proximal tibiofibular ligaments. *Orthopedics* 36:58-63.
14. Tubbs RS, Apaydin N, Uz A et al (2009) The clinical anatomy of the ligament of Barkow at the proximal tibiofibular joint. *Surg Radiol Anat* 31:161-163.
15. Parkes JC 2nd, Zelko RR (1973) Isolated acute dislocation of the proximal tibiofibular joint. Case report. *J Bone Joint Surg Am* 55:177-183.

AUTEUR : Nom : Turquet

Prénom : Edouard

Date de Soutenance : 20 octobre 2020

Titre de la Thèse : Étude anatomique des ligaments tibio-fibulaires proximaux en échographie

Thèse - Médecine - Lille 2020

Cadre de classement : Échographie musculo-squelettique

DES + spécialité : Radiodiagnostic et imagerie médicale

Mots-clés : Anatomie, ligaments, articulation tibio-fibulaire proximale, échographie, biceps fémoral

Résumé :

Introduction : Aucune description des ligaments tibio-fibulaires proximaux (TFP) à l'aide de l'échographie haute fréquence n'a été rapportée dans la littérature jusqu'à présent. Le but de cette étude était de déterminer si l'échographie peut permettre l'évaluation de ces ligaments.

Matériels et méthodes : Cette étude a été initialement réalisée sur 3 pièces cadavériques, puis poursuivie en échographie par deux radiologues musculosquelettiques en consensus sur 52 patients sans antécédent de traumatisme ni de chirurgie du genou, et sans gonalgies latérales. La visibilité, l'échogénicité, la longueur et l'épaisseur des ligaments ont été évaluées.

Résultats : Concernant le complexe ligamentaire TFP antérieur, les faisceaux supérieur, moyens haut et bas ont été bien visualisés dans respectivement 42.3%, 100% et 75% des cas en échographie. Il existait une proximité étroite entre le faisceau supérieur et le bras antérieur du tendon du biceps fémoral dans 57.7% des cas. Concernant le complexe ligamentaire TFP postérieur, les faisceaux supérieur et moyen étaient bien visualisés dans respectivement 88.4% et 51.9% des cas en échographie. L'écho-anatomie de ces ligaments et le meilleur positionnement de la sonde pour leur visualisation ont été décrits dans cette étude.

Conclusion : La plupart des ligaments TFP peuvent être visualisés en échographie. Ce protocole peut avoir des applications cliniques, notamment chez les patients souffrant de gonalgies latérales.

Composition du Jury :

Président :

Madame le Professeur Anne COTTEN

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Xavier DEMONDION

Monsieur le Professeur Gilles PASQUIER

Directrice de thèse :

Madame le Docteur Laura SCARCIOLLA