

**UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA
FACULTÉ DE MEDECINE DE BLIDA**

**THÈSE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DOCTORAT EN
SCIENCES MÉDICALES**

ANATOMIE GÉNÉRALE

**ÉTUDE ANATOMO-CLINIQUE DE
L'ARTICULATION DE LA CHEVILLE CHEZ LE
SUJET ADULTE**

**Présentée par: Yabka Assia épouse Bechka
Maitre-assistante en Anatomie Générale**

Jury :

**Président de jury ----- Monsieur le Professeur GHEBRIOUT Boujema
Directeur de thèse ----- Monsieur le Professeur BABA-AHMED Mustapha
Assesseur ----- Monsieur le Professeur MAHDADI Salah
Assesseur ----- Monsieur le Professeur HAMDAOUI Tahar
Assesseur ----- Monsieur le Professeur BOULACEL Abdelhamid**

Année 2017/2018

**UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA
FACULTÉ DE MEDECINE DE BLIDA**

**THÈSE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DOCTORAT EN
SCIENCES MÉDICALES**

ANATOMIE GÉNÉRALE

**ÉTUDE ANATOMO-CLINIQUE DE
L'ARTICULATION DE LA CHEVILLE CHEZ LE
SUJET ADULTE**

**Présentée par: Yabka Assia épouse Bechka
Maitre-assistante en Anatomie Générale**

Jury :

**Président de jury ----- Monsieur le Professeur GHEBRIOUT Boujemaa
Directeur de thèse ----- Monsieur le Professeur BABA-AHMED Mustapha
Assesseur ----- Monsieur le Professeur MAHDADI Salah
Assesseur ----- Monsieur le Professeur HAMD AOUI Tahar
Assesseur ----- Monsieur le Professeur BOULACEL Abdelhamid**

Année 2017/2018

Je dédie ce travail

A la mémoire de mes parents

Que votre repos soit éternel auprès du tout puissant.

A ma petite famille,

Mon époux

Mes enfants :

OUSSAMA

MOHAMED ANIS

AHMED HAMZA

Pour votre patience, votre présence et votre soutien.

A ma grande famille,

Ma belle famille,

Et mes amies

Pour leur présence et leur soutien moral.

A Monsieur le Professeur GHEBRIOUT Boujema

Nous sommes très honoré de vous avoir comme président du jury de notre thèse.

Nous vous remercions pour la bienveillance et la spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu diriger ce travail.

Croyez cher maître, en notre haute considération et notre grand respect.

A Monsieur le Professeur BABA-AHMED Mustapha

Vous avez accepté de poursuivre avec moi ce travail, vous avez été un directeur de thèse attentif et disponible.

Votre compétence, votre rigueur scientifique et votre clairvoyance, m'ont beaucoup appris. Elles ont été et resteront des moteurs de recherche dans mon travail.

Permettez-moi cher maître, de vous exprimer mon grand respect et ma profonde considération.

A Monsieur le Professeur MAHDADI Salah.

Nous vous sommes très reconnaissants de la spontanéité et de l'amabilité avec lesquelles vous avez accepté de juger notre travail.

Veillez trouver le témoignage de notre profond respect, et de notre grande reconnaissance.

A Monsieur le Professeur HAMD AOUI Tahar

C'est un honneur pour nous de vous voir siéger dans notre jury.

Veillez trouver l'expression de notre profond respect et notre grande reconnaissance.

A Monsieur le Professeur BOULACEL Abdelhamid

C'est un honneur pour nous de vous compter parmi nos juges.

Croyez en nos sincères remerciements et notre profonde reconnaissance.

A tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail :

A Monsieur le Professeur LOURYAN, et à toute l'équipe du Laboratoire d'Anatomie de Bruxelles, pour leur accueil et les moyens qu'ils ont mis à notre disposition pour la réalisation de notre travail.

Une pensée spéciale pour HAKIM BAJOU et NADIA pour leur aide très précieuse.

A Messieurs, le docteur LEKHAL et le docteur BERCHICHE, de la Clinique d'Imagerie de Blida pour votre accueil, votre aide et pour les moyens que vous avez mis à notre disposition pour avancer dans notre travail.

Au personnel du centre national de la médecine de la science des sports d'Alger.

Au personnel de l'Hôpital militaire universitaire spécialisé de Staoueli.

Au personnel du service de Traumatologie de l'Hôpital de Ben Aknoun.

Au personnel de la Clinique d'Imagerie d'Ecchifa de Batna.

A mes collègues de la faculté de médecine de Blida.

A mes consœurs et amies Dr Hamzaoui, Pr Boukoffa, Dr Tolba et Dr Meziane Nawel.

A mes collègues du Laboratoire d'Anatomie de Blida : Dr Bekhedija et Dr Bensalem

A tous mes collègues des différentes facultés.

A tous ceux qui nous ont enseigné.

A la mémoire du professeur HAMMOUDI Si Salah.

Tous ceux qui vous ont connu ne vous oublieront jamais.

A Monsieur le Professeur BENGUERRAH Abdelkader

Vous avez été l'instigateur de ce travail, et vous m'avez accompagné après votre départ à la retraite.

Pour votre disponibilité, vos conseils précieux et vos encouragements, permettez-moi de vous témoigner mon admiration, mon respect et ma profonde gratitude.

Aux sujets anatomiques anonymes

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
HISTORIQUE	4
ETAT DES LIEUX DU SUJET	7
PROBLÉMATIQUE	8
OBJECTIFS	9

PARTIE THÉORIQUE

CHAPITRE-I

ORGANOGENÈSE ET DÉVELOPPEMENT DU PIED ET DE LA CHEVILLE	11
1.Morphogenèse du pied.....	11
1.1.Étapes du développement du membre pelvien et du pied.....	11
1.2.Morphogenèse des structures internes	13
2.Morphogenèse de la cheville	14
3.Mécanismes génétiques	16
4. Malformations.....	16

CHAPITRE II

ANATOMIE COMPARÉE DE LA CHEVILLE	17
1. Le membre chiridien.....	17
2. Caractéristiques articulaires.....	18
3. Conclusion.....	20

CHAPITRE-III

ÉTUDE ANATOMIQUE DE L'ARTICULATION DE LA CHEVILLE	21
1.Étude des surfaces articulaires.....	22
1.1.Articulation talo-crutale.....	22
1.1.1.Mortaise tibio-fibulaire.....	22
1.1.2.Tenon du talus.....	24
1.2. Articulation tibio-fibulaire distale	26
1.2.1. Définition.....	26
1.2.2.Surfaces articulaires.....	26
2.Étude des moyens d'union	27
2.1.Moyens passifs : capsule et ligaments	27
2.1.1. Capsule articulaire	27
2.1.2. Ligaments de l'articulation talo-crutale.....	28
2.1.2.1.Système de ligaments antérieur et postérieur.....	28
2.1.2.2.Système collatéral	29
2.1.2.2.1. Ligament collatéral latéral	29
2.1.2.2.2. Ligament collatéral médial.....	32
2.1.3. Ligaments de l'articulation tibio-fibulaire distale.....	34

2.1.3.1. Etude morphologique.....	34
2.1.3.2. Etude morphométrique.....	34
2.2.Moyens actifs : les tendons musculaires.....	35
3. Gainés fibreuses et ostéo-fibreuses des tendons des muscles de la jambe et du cou-de-pied.....	37
4. Synoviale.....	37
5.Rapports de la cheville.....	38
6. Vaisseaux de l'articulation talo-crurale.....	39
6.1. Artères.....	39
6.2. Veines	40
6.3. Lymphatiques.....	40
6.4.Vascularisation des ligaments.....	40
7.Nerfs de l'articulation talo-crurale	41
7.1.Nerfs du complexe capsulo-ligamentaire	41

CHAPITRE-IV

ANATOMIE MICROSCOPIQUE DES LIGAMENTS ET TENDONS DE LA CHEVILLE ET SON APPORT DANS LA COMPRÉHENSION DE LA BIOMÉCANIQUE

ARTICULAIRE DE LA TALO-CRURALE.....	42
1. Structure des ligaments de la cheville	42
2. Mécanorécepteurs	43
3.Structure des tendons périarticulaires de la cheville.	45

CHAPITRE-V

VARIATIONS ANATOMIQUES DES LIGAMENTS ET TENDONS DE LA

CHEVILLE.....	46
1.Variations anatomiques des ligaments.....	46
1.1. Plan collatéral latéral	46
1.1.1.Faisceau talo-fibulaire antérieur.....	46
1.1.2.Faisceau calcanéofibulaire	46
1.2. Plan collatéral médial.....	47
1.3.Ligaments de l'articulation tibio-fibulaire distale	48
1.4.Ligament intermalléolaire postérieur.....	49
2.Variations anatomiques des tendons	50

CHAPITRE-VI

ANATOMIE FONCTIONNELLE DE L'ARTICULATION TALO-CRURALE.....

1.Introduction.....	51
2. Biomécanique de la cheville	51
2.1. Axes de liberté	51
2.2.Mouvements de l'articulation talo-crurale.....	52
2.2.1.Mouvements principaux.....	53
2.2.2. Mouvements associés.....	53
2.3.Mouvements des articulations tibio-fibulaires.....	54
2.4. Rôle des ligaments de la cheville.....	55
2.4.1. Rôle des ligaments de la syndesmose tibio-fibulaire.....	55

2.4.2. Rôle des ligaments collatéraux.....	55
2.5. Rôle des muscles moteurs de la cheville.....	55
2.6. Biomécanique du talus.....	56
3. Bases anatomiques de la stabilité de la cheville.....	57
3.1. Stabilité antéro-postérieure.....	57
3.2. Stabilité rotationnelle.....	57
3.3. Stabilité transversale.....	57
4. Analyse anatomique de la marche.....	58
4.1. Définition.....	58
4.2. Mécanique articulaire de la marche.....	58
4.3. Cycle de la marche.....	58
4.4. Rôle des muscles pendant la marche.....	59
4.5. Méthodes d'analyse de la marche.....	60
4.6. Comportement de la cheville pendant la marche.....	60
4.7. Comportement de la cheville pendant la course.....	60

CHAPITRE-VII

ETUDE CLINIQUE

TRAUMATISME DU COMPLEXE CAPSULO-LIGAMENTAIRE

L'ENTORSE DE LA CHEVILLE	63
1. Introduction.....	63
2. Étiologies.....	63
2.1. Facteurs intrinsèques.....	63
2.2. Facteurs extrinsèques.....	64
2.3. Autres causes discutées.....	64
3. Bases anatomiques de l'entorse de la cheville.....	64
3.1. Entorse latérale.....	65
3.1.1. Mécanisme lésionnel.....	65
3.1.2. Action du mécanisme lésionnel sur le ligament collatéral latéral.....	65
3.1.3. Autres lésions causées par le mécanisme d'inversion forcée.....	66
3.2. Entorse médiale.....	66
3.2.1. Mécanisme lésionnel.....	66
3.2.2. Action du mécanisme lésionnel sur le ligament collatéral médial.....	67
3.3. Entorse de la syndesmose tibio-fibulaire.....	67
3.3.1. Mécanisme lésionnel.....	67
3.3.2. Action du mécanisme lésionnel sur les ligaments tibio-fibulaire distaux... ..	68
3.4. Entorse de la sub-talienne.....	68
3.4.1. Mécanisme lésionnel.....	68
4. Classification des entorses.....	68
4.1. Classification anatomo-clinique.....	68
4.2. Classification anatomo-pathologique.....	68
5. Diagnostic clinique.....	69
6. Formes cliniques.....	70
7. Diagnostic radiologique.....	70

7.1. Radiographie standard :.....	71
7.2. Radiographie dynamique.....	71
7.3. Échographie.....	71
7.4. Scanner.....	71
7.5. Arthroscanner.....	71
7.6. IRM.....	72
8.Diagnostic différentiel.....	72
9.Traitement.....	76
9.1.Traitement fonctionnel.....	76
9.2. Traitement orthopédique.....	77
9.3. Traitement chirurgical.....	78
10.Evolution.....	80

PARTIE PRATIQUE

A. DISSECTION SUR CADAVRES

1.ANATOMIE MACROSCOPIQUE.....	84
1.1.MATÉRIELS.....	85
1.2.MÉTHODES.....	86
1.2.1. Repères et limites de la région du cou-de-pied	86
1.2.2. Lignes d'incision	87
1.2.3. Dissection de la région du cou-de-pied.....	87
1.2.3.1. Plan superficiel sous cutané.....	87
1.2.3.2. Plan aponévrotique.....	89
1.2.3.3. Plan des tendons.....	91
1.2.3.4. Plan articulaire.....	95
A. Étude de la capsule.....	96
B. Étude des ligaments.....	98
C. Étude de la synoviale	111
D. Étude des surfaces articulaires	112
2.ANATOMIE FONCTIONNELLE.....	116
2.1.MATERIELS ET METHODES.....	116
2.1.1.Dissection.....	116
2.1.2.Cinématique de la cheville.....	116
2.1.2.1. Etude qualitative : mise en tension des ligaments.....	117
2.1.2.2. Simulation de l'entorse latérale de la cheville.....	120
❖ Chronologie des lésions ligamentaires et siège de la rupture.....	121
2.1.2.3. Étude quantitative.....	123
3.ANATOMIE RADIOLOGIQUE.....	124
3.1.CT Scan de la cheville.....	124
3.2.Coupe axiale de la cheville	125

B. CLINIQUE

1. MATERIELS	128
1.1. Cadre de l'étude	128
2. MÉTHODES	129
2.1. Recueil des données cliniques	129
2.2. Recueil des données radiologiques	129
2.2.1. Echographie	129
2.2.2. Imagerie par résonance magnétique (IRM)	130
2.2.3. Arthroscanner	130

C. RESULTATS

1. RESULTATS DE LA DISSECTION.....	132
1.1. ANATOMIE DESCRIPTIVE.....	132
1.1.1. Bilan musculaire :.....	132
1.1.2. Bilan ligamentaire.....	132
A. Ligaments de l'articulation talo-crurale.....	132
a. Ligament collatéral latéral	132
b. Ligament intermalléolaire.....	139
c. Ligament collatéral médial	139
B. Ligaments de la syndesmose tibio-fibulaire.....	141
1.1.3. Bilan osseux.....	141
A. Articulation talo-crurale.....	141
B. Syndesmose tibio-fibulaire.....	142
1.2. ANATOMIE FONCTIONNELLE.....	143
1.2.1. Données qualitatives.....	143
1.2.2. Données quantitatives.....	144
2. RESULTATS DE LA PARTIE CLINIQUE.....	146
2.1. RESULTAT DES DONNÉES STATISTIQUES.....	146
2.2. RESULTATS DES DONNÉES RADIOLOGIQUES.....	152
2.2.1. Radiologie standard.....	152
2.2.2. Imagerie par résonance magnétique	152
A. Résultats de l'étude morphologique.....	152
B. Résultats de l'étude morphométrique.....	157
C. Résultats de l'étude pathologique.....	158
2.2.3. Arthroscanner.....	160
A. Analyse des cas colligés.....	160
2.2.4. Échographie.....	163
A. Résultats de l'étude morphologique.....	163
B. Résultats de l'étude morphométrique.....	165
C. Résultats de l'étude pathologique.....	166

DISCUSSION.....	170
PERSPECTIVES D'AVENIR	185
RECOMMANDATIONS.....	186
CONCLUSION	187
BIBLIOGRAPHIE.....	191
ANNEXES	200

INTRODUCTION

L'articulation de la cheville est l'une des articulations les plus vulnérables du corps, malgré sa grande stabilité. Sollicitée au cours de la marche, le saut ou la course, elle est très souvent traumatisée, ce qui diminue nettement la qualité de la vie [1].

Pour comprendre l'enjeu de la cheville, remontons à son origine étymologique. Le mot cheville provient du mot latin «cavicula», «clavis» ou clef qui assemble des pièces, donc le pied à la jambe, et les relie par deux «petits marteaux»; les malléoles. C'est donc la pièce maîtresse qui travaille le plus, tout en supportant l'effort principal, d'où l'expression de «cheville ouvrière».

Elle supporte tout le poids du corps et elle est soumise à des charges qui sont de deux ou trois fois le poids corporel durant la marche. Ces charges doublent ou même triplent lors d'une pratique sportive telle que la course [2].

Très congruente, elle est formée par deux articulations : la talo-crurale et la tibio-fibulaire distale.

De ce fait, la cheville doit répondre à deux priorités : la stabilité et la mobilité.

Classiquement, elle est définie comme étant une ginglyme (trochléenne) permettant l'orientation du pied avec des mouvements de flexion plantaire/flexion dorsale autour d'un seul axe de liberté. C'est l'élément-clé sur lequel repose la fonction principale du membre pelvien qu'est la marche.

En réalité, sa construction géométrique est plus complexe et doit répondre à la problématique de l'appui au sol quelle que soit la nature du terrain, on ne pourra donc la concevoir du point de vue fonctionnel, que couplée aux autres articulations du pied particulièrement la sub-talienne [3].

L'une des pathologies les plus fréquentes qui touchent la cheville est l'entorse, principalement celle du ligament collatéral latéral. Celle de la syndesmose tibio-fibulaire distale et du ligament collatéral médial est plus rare.

Son incidence est en constante augmentation du fait de la pratique intensive des sports de glisse (ski, roller, surf) et de contact tels que le rugby, le football ou le handball [4].

En Algérie, l'entorse de la cheville est une lésion très courante en traumatologie du fait de l'engouement de la population jeune pour la pratique des sports collectifs de contact (football, handball), mais aussi, en raison de l'élévation de la fréquence des accidents de la voie publique.

Il s'agit d'une atteinte traumatique plus ou moins étendue du complexe capsulo-ligamentaire de la cheville dont les causes d'apparition et de récurrence restent mal connues.

Considérés comme inertes auparavant, les ligaments sont en réalité sensibles à de nombreux facteurs locaux et généraux qui influent sur leur fonction au sein de l'organisme. Ceux de la cheville, sont doués de propriétés biomécaniques très intéressantes, ayant la capacité de s'adapter aux fonctions complexes qu'effectue cette articulation [5].

L'entorse de la cheville reste de nos jours un traumatisme banalisé malgré ses conséquences non négligeables : le coût socio-économique, l'absentéisme, les récurrences, les complications telles que les douleurs persistantes ou l'instabilité [6].

La connaissance, des bases anatomiques et des contraintes qui s'exercent sur la cheville lors du mouvement, devrait aider à une meilleure prise en charge de l'atteinte accidentelle et éviter ainsi toutes les conséquences qui en découlent.

La biomécanique et la cinématique appliquées à cette articulation, sont d'un grand apport pour connaître le mécanisme de fonctionnement particulier à la cheville.

L'étude biométrique, quant à elle, montre toutes ses variations anatomiques, et donc la complexité du geste réparateur.

De même, une parfaite connaissance des ligaments est nécessaire pour estimer leur taux de perte avant et après la chirurgie, mais également pour la pertinence de leur reconstruction anatomique [7].

Notre travail de recherche est une contribution à la mise en évidence des bases anatomiques et biomécaniques de l'entorse talo-crurale, dans le cadre d'une étude anatomo-clinique de l'articulation de la cheville chez le sujet adulte.

Étant le premier lésé au cours du traumatisme lésionnel, le complexe capsulo-ligamentaire sera l'élément prépondérant dans notre étude.

HISTORIQUE

Les premiers travaux sur les articulations du corps humain ont été réalisés par Erasistrate (300 à 240 avant J-C), mais ses écrits ont disparu après Galien (131-201 après J-C), qui fut son célèbre critique [8].

Entre le XIV^e et le XV^e siècle, Guy de Chauliac qui s'inspira des travaux Judéo-Arabs et Grecs, a laissé un ouvrage sur l'anatomie générale qui était la référence en Europe durant cette période [8].

Les travaux artistiques sur le corps humain de Léonard de Vinci (1452-1519), ont apporté un plus à l'anatomie. Il publia des planches sur le squelette du pied entre (1510 et 1511) et des maquettes sur le rôle des muscles périarticulaires.

Mais ce n'est qu'en 1540, et avec l'autorisation de la dissection sur sujets anatomiques, que l'anatomie fonctionnelle du pied a pris naissance.

En 1680, le mathématicien Borrelli ^[9] décrivit la marche pour la première fois et apporta en 1743 plus de détails en étudiant les mouvements lors de la marche chez les animaux.

Au XIX^e siècle, Cullman et Wolf parlèrent de mécanique articulaire, et Etienne-Jules Marey publia durant des années, des ouvrages décrivant la physiologie de la locomotion chez l'homme et l'animal [8 - 10].

En réalité, les premières études réelles sur le mouvement sont attribuées aux frères Werber (1836), et ce n'est qu'avec l'avènement de la chronophotographie introduite par Marey et Muybridge en 1878, que les principales connaissances biomécaniques de la marche humaine ont été acquises [11].

Toutefois, l'étude des mouvements de la cheville a été longtemps controversée : Herrick (1859) parle d'un axe fixe autour duquel tourne l'arrière pied, De Doncker, parle d'un axe parallèle à la ligne de la marche, Judet, montre que cet axe est immuable au cours du pas [10-12].

L'étude de la physiologie articulaire a connu un véritable essor, grâce aux travaux de Pauwels, Steidler and Williams, Maquet et particulièrement Kapandji.

L'entorse latérale de la cheville est la pathologie la plus fréquente en traumatologie et l'un des premiers à l'avoir décrite est Garrick en 1977 chez les athlètes [13].

La thérapeutique fut longtemps figée autour du concept d'immobilisation sous prétexte de cicatrisation histologique.

Lamarck au XVIII^e siècle, soutenait déjà l'intérêt de mobiliser une structure pour lui permettre les adaptations indispensables à sa mission. Actuellement, le même principe est adapté pour les ligaments de la cheville [8].

En 1991, Kannus, a mis en avant l'intérêt du traitement fonctionnel par rapport au traitement orthopédique et chirurgical, et par la suite un panorama thérapeutique fut proposé en 1996 [14-15-16].

Un consensus en médecine d'urgence établit en 1995, et préconisant le traitement fonctionnel, est actualisé en 2004 [17].

La chirurgie de la cheville a une longue histoire qui remonte aux deux dernières décennies du XIX^e siècle.

La ténodèse introduite pour la première fois en 1880 par Nicoladoni, était adoptée par de nombreux chirurgiens, et de 1940 à 1970 plusieurs techniques rénovatrices ont vu le jour, parmi lesquelles la technique de Castaing en 1960 [18].

L'approche de Broström [19] qui a soutenu que les techniques de reconstructions pratiquées ne rétablissaient pas correctement la biomécanique de la cheville, a proposé pour la première fois la suture des ligaments déchirés dans un contexte chronique.

A partir de cette période la gestion des lésions ligamentaires de la cheville a complètement changé, les techniques ont été améliorées et certaines sont toujours d'actualité [18].

ETAT ACTUEL DU SUJET

L'entorse de la cheville est une pathologie très fréquente en traumatologie. Elle est très souvent banalisée, non seulement par le patient mais également par le praticien, malgré ses complications qui sont parfois handicapantes.

La prise en charge clinique ou chirurgicale de l'entorse a de lourdes conséquences sur la sécurité sociale en raison de la longue immobilisation, voire longue convalescence.

Les atteintes ligamentaires surviennent à la suite de mécanismes lésionnels mettant la cheville en position de vulnérabilité, et la disposition anatomique des ligaments latéraux sous forme de faisceaux séparés par des espaces, peut expliquer la fréquence de l'entorse latérale par rapport à l'entorse médiale qui est plus rare, et s'accompagne souvent de fractures malléolaires.

L'existence de nombreuses variétés anatomiques au niveau de la cheville, et la complexité de sa structure géométrique, expliquent la difficulté du geste opératoire qui doit préserver sa configuration anatomique et rétablir ainsi sa physiologie articulaire.

La chirurgie peut être indiquée dans certains cas tels que les laxités chroniques, les entorses récidivantes, les instabilités chroniques, ou chez le sportif de haut niveau, et les réparations ligamentaires anatomiques avec renfort (au rétinaculum), de même que les reconstructions ligamentaires anatomiques, sont les plus recommandées.

Actuellement, la ligamentoplastie anatomique sous arthroscopie donne plusieurs avantages tels que ; la reconstruction anatomique du ligament collatéral latéral, la visualisation des insertions ligamentaires et des lésions associées.

Par ailleurs, le diagnostic clinique de l'entorse nécessite des explorations radiologiques en fonction du degré de gravité.

Malgré les nombreuses études faites sur l'articulation de la cheville, la description anatomique du complexe capsulo-ligamentaire reste insuffisante pour déterminer les facteurs de risque anatomiques, ou biomécaniques qui constituent les bases de cette pathologie.

Son incidence élevée, et la fréquence de ces récurrences, ont motivé notre étude anatomo-clinique basée sur la dissection de pièces prélevées sur sujets anatomiques, et l'étude de cas cliniques et radiologiques.

PROBLEMATIQUE

La cheville est l'une des articulations les plus traumatisées du corps humain malgré sa grande stabilité, et c'est le ligament collatéral latéral qui est le plus touché.

L'appareil capsulo-ligamentaire formé par les ligaments collatéraux ; médial et latéral et par les ligaments tibio-fibulaire distaux, présente selon les constatations anatomiques et intra-opératoires une grande variabilité anatomique.

Les différents aspects morphologiques, morphométriques et topographiques des ligaments sont des éléments qui peuvent influencer la stabilité, et être des facteurs aggravants de l'entorse.

Les rapports des ligaments avec les structures de voisinage tels que l'adhérence à la capsule et la proximité des tendons, compliquent l'acte opératoire et l'interprétation de l'imagerie.

A partir de ces données, il en ressort que la connaissance des caractéristiques anatomiques et biomécaniques du complexe capsulo-ligamentaire est nécessaire dans le diagnostic des lésions, l'interprétation de l'imagerie, la reconstruction chirurgicale et dans la compréhension des mécanismes lésionnels.

OBJECTIFS

La connaissance de l'anatomie morphologique topographique et morphométrique des éléments sources de problèmes cliniques, permettra de mieux comprendre les bases anatomiques et biomécaniques de l'entorse de la cheville, particulièrement celle du ligament collatéral latéral, de loin la plus fréquente.

Pour cela Nous nous sommes assignés les objectifs suivants :

- 1- Montrer l'importance des études anatomiques : descriptives, topographiques et morphométriques du complexe capsulo-ligamentaire dans les prises en charge des entorses de la cheville.
- 2- Mettre en avant les bases anatomiques et biomécaniques de l'entorse aiguë chez le sujet adulte.
- 3- Mettre en valeur les éléments anatomiques qui constituent des facteurs aggravants de l'entorse.
- 4- Faire une étude comparative entre nos résultats anatomiques, cliniques, et radiologiques, avec les données de la littérature.

PARTIE THÉORIQUE

CHAPITRE-I

ORGANOGENÈSE ET DÉVELOPPEMENT DU PIED ET DE LA CHEVILLE

La connaissance des différentes phases du développement permet de comprendre non seulement, l'origine et la séquence temporelle de survenue de certaines anomalies, mais également, les simples variations interindividuelles qui déterminent des comportements biomécaniques spécifiques à chaque individu [20-21].

Le bourgeon des membres pelviens apparaît vers le vingt huitième jour de gestation, celui du pied humain commence à la troisième semaine, et s'étale sur toute la vie embryonnaire et fœtale, pour se continuer après la naissance jusqu'à l'âge de la marche et la fin de la croissance.

L'articulation de la cheville est visible vers la onzième semaine [22-23].

1. MORPHOGENÈSE DU PIED

La morphogénèse des membres pelviens passe par trois stades : de bourgeon, de palette et de rotation [22-23-24].

Les bourgeons des membres apparaissent au cours de la quatrième semaine sous la forme d'excroissances du mésoderme latéral, et se développent dans la région lombaire L3-L5.

Vers la sixième semaine, le bourgeon s'allonge et s'aplatit dans sa partie distale pour former la palette qui se creuse de sillons interdigitaux.

Vers les septième et huitième semaines, on a une rotation des membres, et le développement du membre pelvien se fait de la partie crâniale à la partie caudale et s'étale sur quatre semaines (de la cinquième à la huitième).

1.1. ÉTAPES DU DÉVELOPPEMENT DU MEMBRE PELVIEN ET DU PIED

La période embryonnaire est divisée en vingt-trois stades de développement, ce sont les stades de Carnegie. Seuls les stades concernant la formation des membres pelviens, et en particulier du pied seront décrits [22-23].

Stade 15 (33 jours - 7 à 9 mm)

Au membre pelvien on distingue une partie crâniale arrondie et une autre caudale effilée qui donnera le pied (figure 1).

Stade 16 (37 jours - 8 à 11 mm)

Les segments du membre pelvien sont séparés et comprennent trois portions : fémorale, crurale, et la palette du pied (extrémité distale). On note à ce stade la mise en place du squelette des membres pelviens et la formation des plexus nerveux lombaires par les racines L1 à S2, qui constitueront les principaux troncs nerveux des membres pelviens.

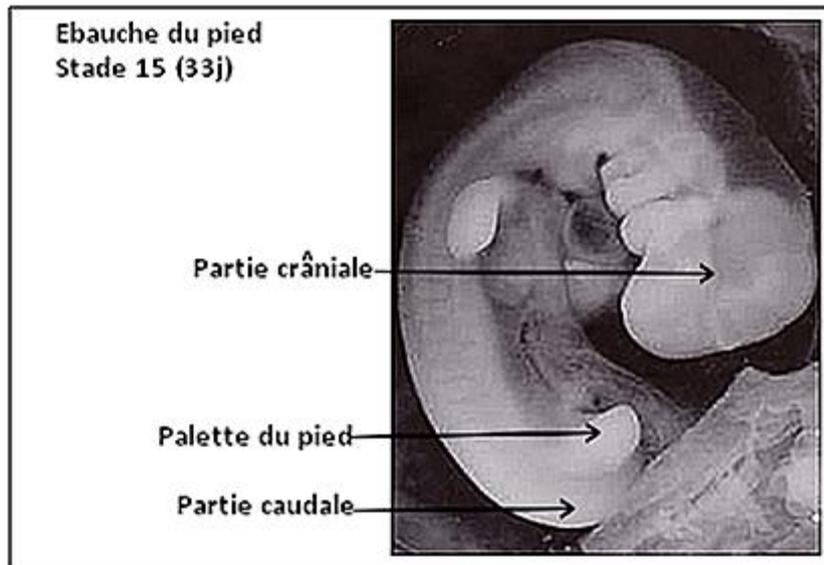


Figure 1. Embryon stade 15 [20]

Stade 17 (41 jours - 11 à 14 mm)

Les bourgeons des membres pelviens sont plus longs et plus volumineux et la palette du pied devient circulaire. On note le processus de mise en place du squelette du fémur, du tibia et de la fibula (figure 2).

Stade 18 (44 jours - 13 à 17 mm)

A ce stade, on a l'apparition des sillons digitaux, la chondrification du tibia, et la condensation mésenchymateuse du tarse et des métatarsiens (figure 2).

Stade 19 (48 jours - 16 à 18 mm)

Les membres thoraciques et pelviens sont pratiquement parallèles.

Stade 20 (51 jours - 18 à 22 mm)

La fibula est étroitement liée au calcaneus. Des zones intermédiaires denses apparaissent dans les régions articulaires métatarso-phalangiennes. Des condensations cellulaires sont à l'origine des ligaments collatéraux.

Stade 21 (52 jours - 22 à 24 mm)

Apparition d'une zone intermédiaire homogène dans les articulations de la cheville et du tarse.

Stade 22 (54 jours - 23 à 28 mm)

On note la distension périphérique des zones intermédiaires des articulations de la cheville et métatarso-phalangiennes.

Stade 23 (57 jours - 27 à 31 mm)

L'extrémité distale de la fibula est séparée du calcaneus par le talus. Les pieds sont en varus équin/adduction et les surfaces plantaires se regardent en direction médiale.

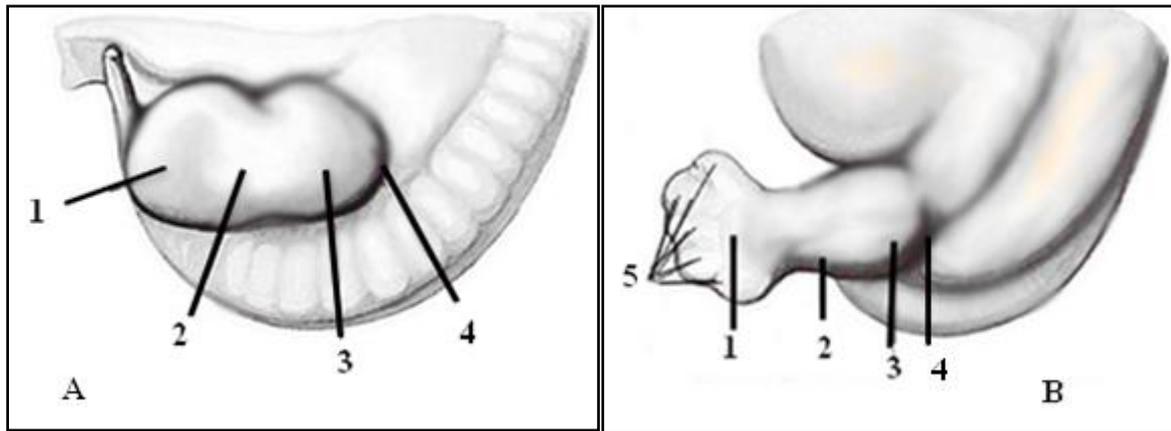


Figure 2. (A) Embryon au stade 17 (11 à 14 mm)

(B) Embryon au stade 18 (13 à 17 mm)

Selon Sarrafian [25] modifiée.

1- Palette du pied

2- Jambe

3- Genou

4- Hanche

5- Sillons interdigitaux

1.2. MORPHOGENÈSE DES STRUCTURES INTERNES

1.2.1. Formation du squelette (figure 3)

Le squelette appendiculaire se développe à partir du mésenchyme des bourgeons des membres, qui dérive lui même du mésoderme somatique [24].

L'ossification des os se fait par ossification endochondrale, et commence à la fin de la période embryonnaire. Les points d'ossification primitifs sont présents sur tous les os longs des membres vers la douzième semaine du développement.

Le point calcanéen est repéré à vingt-quatre semaines de vie intra-utérine et le point talien à vingt-huit semaines.

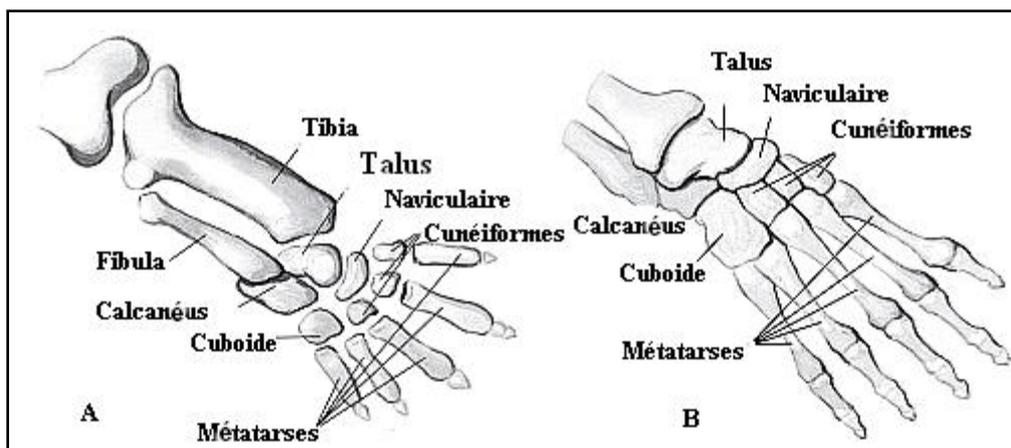


Figure 3. Squelette au stade cartilagineux selon Sarrafian [25] modifiée.

(A) Pied et jambe de l'embryon au stade 19 (20 mm).

(B) Pied et cheville de fœtus de 33 mm.

1.2.2. Formation des articulations

Au sein des condensations mésoblastiques des bourgeons des membres, apparaissent des centres de chondrification, un par élément squelettique. Le mésenchyme restant entre deux ou plusieurs de ces centres forme un tissu homogène nommé « zone intermédiaire », qui se différencie en trois couches dans les articulations synoviales : deux couches chondrogènes en continuité avec le péri-chondre des futurs éléments squelettiques, et une couche intermédiaire avasculaire qui se continue avec le mésenchyme synovial, limité par la future capsule fibreuse [24].

A la sixième semaine, de petites cellules apparaissent dans le mésenchyme synovial et dans la couche avasculaire, se réunissent et forment la cavité articulaire.

Les cellules qui tapissent l'intérieur de la cavité se différencient en cellules mésothéliales et forment la membrane synoviale, alors que le tissu dense tout autour forme la capsule.

Les formations intra-articulaires (ménisque et bourrelets) sont des condensations du mésenchyme synovial [24].

1.2.3. Formation des muscles

Les muscles des membres se développent in situ à partir du mésenchyme entourant les os du membre. Vers la fin de la cinquième semaine, se forment les somites au nombre de quarante-deux à quarante-quatre paires, le mésoblaste somitique envahit le bourgeon et forme deux condensations, l'une dorsale pour les muscles extenseurs et abducteurs et l'autre ventrale pour les fléchisseurs et adducteurs du membre pelvien [24].

1.2.4. Formation des nerfs

A la cinquième semaine du développement, les nerfs périphériques émergent depuis le plexus lombo-sacré, et se dirigent vers le mésenchyme des bourgeons des membres. Les nerfs rachidiens ont alors une distribution en bandes, innervant à la fois la face ventrale et la face dorsale du bourgeon [24].

1.2.5. Formation des vaisseaux

A cinq semaines de développement, apparaissent les vaisseaux des membres qui dérivent du mésoderme somatique. L'artère axiale du membre pelvien naît de la racine caudale de l'artère ombilicale et suit le nerf sciatique. Le réseau veineux primitif accompagne, dès sa formation, chaque artère axiale dans le bourgeon du membre, et se draine dans une veine cardinale caudale [24].

2. MORPHOGENÈSE DE LA CHEVILLE

Le développement normal du pied dépend de la position de la cheville. En effet, aux premiers stades l'articulation tibio-tarsienne présente une obliquité responsable d'un équin et d'une inversion, qui disparaissent avec le développement normal ou persistent parfois jusqu'à l'âge de huit à dix ans [22-23-25].

On distingue deux phases embryonnaires, l'une fibulaire, qui apparaît en premier vers les septième et huitième semaines, et l'autre tibiale vers les huitième et neuvième semaines. L'extrémité distale de la fibula entre en contact avec la partie latérale du talus et arrive jusqu'au calcaneus, qui se place à son tour sous le talus. Avec la croissance tibiale, le calcaneus perd tout contact avec la fibula et établit des rapports avec le talus (figures 3 et 4).

Vers la neuvième semaine, les extrémités distales du tibia et de la fibula sont en contact, formant ainsi la mortaise qui entre lentement en relation avec le talus.

Les ligaments, les os, les tendons et les vaisseaux dérivent du mésoblaste de la lame latérale, alors que les muscles proviennent du mésoblaste somitique.

A ce stade, le rétinaculum des extenseurs est en place et représente le moyen d'union talo-calcanéen [25].

A la dixième semaine, les ébauches des ligaments sont en place et sont réparties dans les différents groupes grâce à l'orientation cellulaire et ceci, de la onzième à la quatorzième semaine.

Aux premiers stades, le talus est aplati et, présente un col long, un angle d'inclinaison de 137° et de déclinaison de 20° . Ces valeurs diminuent avec le passage du calcaneus en subtalaire. Les rapports des malléoles tibiales et fibulaires dépendent du positionnement talo-calcanéen qui modifie l'index malléolaire.

A la fin de la vie embryonnaire, les éléments musculaires, nerveux et vasculaires sont en place, les tendons se différencient vers la vingtième semaine et les gaines synoviales vers la vingt-troisième semaine [22-23-25].

Les facteurs extrinsèques jouent un rôle de plus en plus important :

- La demande fonctionnelle aboutit à la formation des ligaments et au développement des saillies osseuses.
- Les facteurs mécaniques interviennent par la suite pour façonner le développement des pièces osseuses.

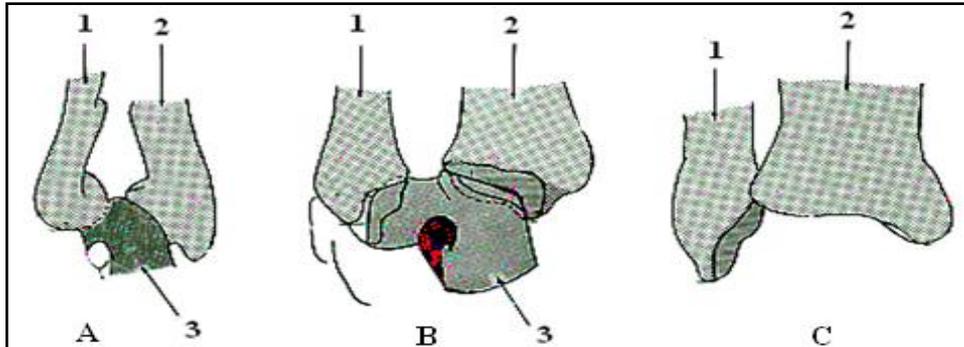


Figure 4. Evolution des rapports entre les os de la cheville

Selon Sarrafian [25], adapté d'Olivier G

1- fibula, 2- tibia, 3- talus.

A-Cheville de l'embryon au stade 18 (14 mm).

Le talus est coincé entre le tibia et la fibula, l'extrémité distale du tibia est oblique et concave. Les extrémités distales des deux os de la jambe sont séparées.

B-Cheville de l'embryon au stade 19 (17 mm).

Le tibia et la fibula sont encore séparés et le talus est coincé entre les deux. Les malléoles fibulaire et tibiale sont au même niveau. Le talus est coudé à 90° .

C-Cheville de l'embryon au stade 22 (27 mm).

La malléole latérale est plus distale que la malléole médiale.

3. MÉCANISMES GÉNÉTIQUES

Le développement des bourgeons pelviens se fait grâce à des morphogènes qui interviennent essentiellement au niveau du segment distal ce sont :

- Le gène HOX pour la disposition rostro-caudale contrôlant la morphogénèse squelettique.
- Le gène (fibroblast growth factors) FGF10 pour la croissance des membres.

4. LES MALFORMATIONS

C'est essentiellement au cours du deuxième mois qu'interviennent les différents facteurs responsables des malformations du pied. Elles sont variées : pied varus équin, présence de synostoses, duplication du talus, hypoplasie ou aplasie des rayons médiaux, duplication du pied, syndactylies [26-27].

4.1. LES MALFORMATIONS DE L'ARRIÈRE-PIED

Se voient dans les hypoplasies longitudinales fibulaires et tibiales et dans la maladie amniotique [26-27].

4.1.1 Hypoplasies fibulaires

Elles associent souvent un ensemble de manifestations qui incluent : fémur court, genu valgum, instabilité du genou, raccourcissement du tibia, anomalies de la cheville et du pied. Selon la classification de Stanitski, on a trois types :

- Type I : fibula presque normale.
- Type II : petite fibula avec une déviation en valgus de la cheville.
- Type III : fibula absente avec synostose entre les os de l'arrière- et/ou du médio-pied.

Ces malformations sont présentes dans 68 % des cas lorsque la cheville est en valgus et seulement dans 12 % des cas lorsque la cheville est en dôme. On décrit les types suivants :

- La cheville en dôme résultant de l'adaptation des épiphyses tibiale et fibulaire distales à un talus malformé. Elle permet une flexion plantaire/flexion dorsale normale et même des mouvements d'inversion/éversion chez les patients présentant des synostoses multiples.
- La cheville avec un interligne en valgus, secondaire à l'épiphyse tibiale distale triangulaire regardant en dehors et en arrière, (étudié par Choi et Al).

4.1.2. Hypoplasies tibiales

Elles se caractérisent par l'absence complète ou partielle du tibia, on décrit quatre types :

- Type I : le tibia n'est pas visible, deux cas : soit il est absent, soit il est cartilagineux.
- Type II : seule la partie proximale tibiale est présente.
- Type III : le tibia proximal est absent mais la partie distale est présente.
- Type IV : le tibia est court avec un diastasis de l'articulation tibio-fibulaire distale.

4.2. LES MALADIES AMNIOTIQUES

La maladie amniotique est une maladie rare qui peut associer la présence de sillons (de profondeur et localisation variable), des amputations, des acro-syndactylies, une fente palatine et des pieds bots, et dont l'incidence dans la maladie amniotique varie entre 12 et 56%.

CHAPITRE -II

ANATOMIE COMPARÉE DE LA CHEVILLE

L'homme se différencie des animaux par sa mouvance en position érigée, droit sur ses deux pieds qui lui est propre. Certaines espèces ont effectivement la capacité de se tenir sur deux pattes et se déplacer, tels que les dinosaures et les oiseaux non volants comme l'autruche, mais en aucun cas ne peuvent se déplacer comme l'homme.

Pour cela, de nombreuses différences osseuses existent permettant à chaque espèce de vivre dans son milieu approprié.

La cheville ou articulation zeugo-autopodienne est l'élément clé sur laquelle repose la fonction de la locomotion [28-29].

Nous allons dans ce chapitre revoir les différents aspects que présente cette articulation chez quelques mammifères. Nous prenons en exemple un onguligrade (équidé), un digitigrade (carnivore) et deux plantigrades (l'homme et le chimpanzé).

1. LE MEMBRE CHIRIDIEN

Le membre chiridien est un appendice de locomotion articulé chez les tétrapodes (figure 5). Il est caractérisé par trois segments articulés [28-29].

- Le segment proximal ou stylopode qui correspond soit au bras, comportant l'humérus, soit à la cuisse, comportant le fémur.
- Le segment moyen ou zeugopode qui correspond soit à l'avant bras (ulna et radius), soit à la jambe (tibia et fibula).
- Le segment distal ou autopode qui correspond à la main ou au pied, il comprend :
 - ✓ Le basipode (proximal) qui correspond au carpe ou au tarse,
 - ✓ Le métapode (intermédiaire) qui correspond au métacarpe ou au métatarse.
 - ✓ L'acropode qui correspond aux phalanges des cinq doigts ancestraux.

L'articulation fonctionnelle chez les mammifères se situe entre l'autopode et le zeugopode.

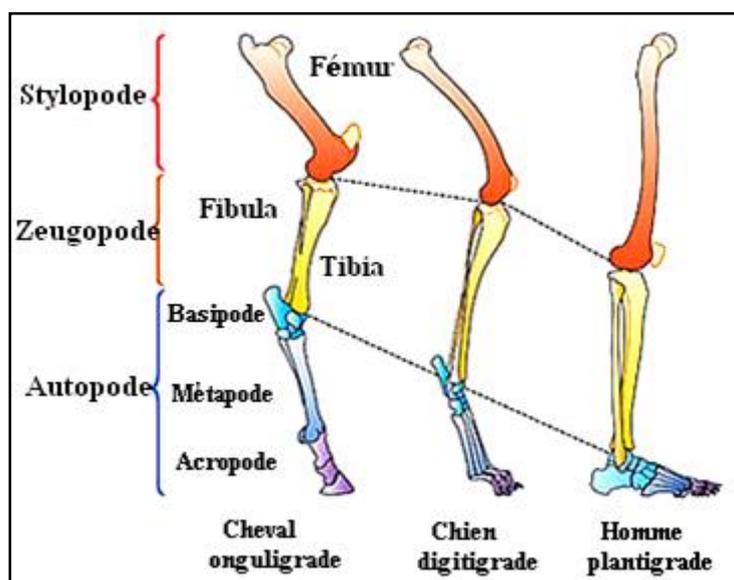


Figure 5. Membre chiridien chez les tétrapodes [28]

2. CARACTERISTIQUES ARTICULAIRES

2.1. Chez l'homme (figure 6)

Chez l'homme, l'extrémité distale du tibia est quadrilatère, et sa surface articulaire ou pilon tibial est allongée transversalement [28-29].

La malléole latérale est plus basse que la médiale, et les deux s'articulent avec les joues du talus. La trochlée talaire est plus large d'avant en arrière, parallèle au talon, et les surfaces articulaires calcanéenne et naviculaire sont peu inclinées. Le talus est plus solide et plus résistant, ce qui lui permet d'absorber la charge du corps en position debout. De plus le milieu du pied et son orientation horizontale lui confère une solidité nécessaire à la marche droite.

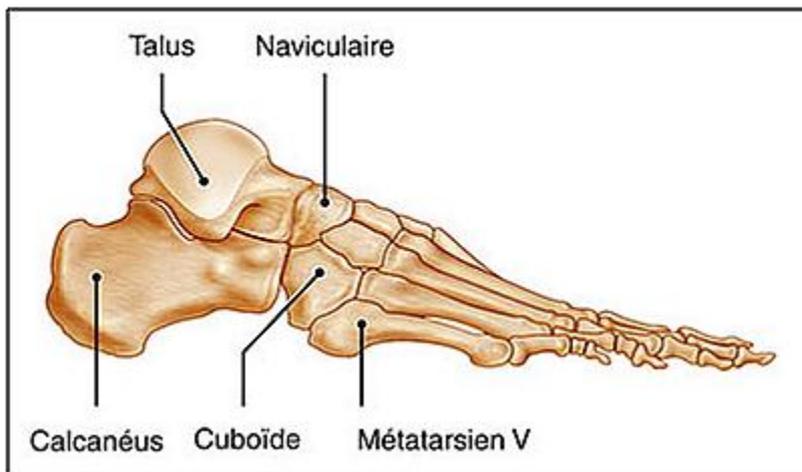


Figure 6. Le tarse chez l'homme [28]

2.2. Chez le chimpanzé

L'extrémité distale du tibia est relativement trapézoïde, l'orientation de la trochlée talaire est antérodistale, plus inclinée au milieu, donnant un pied inversé dans l'escalade verticale (figure 7). La surface calcanéenne est arrondie, ce qui suggère une souplesse d'agilité relativement moyenne des primates arborescents [28-29].

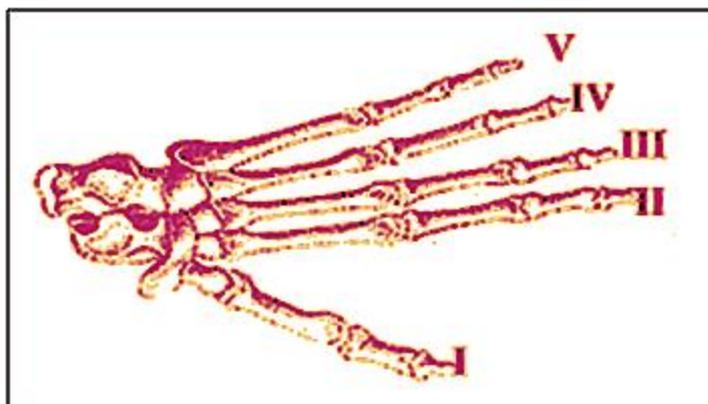


Figure 7. Autopode du chimpanzé [28]

2.3. Chez les équidés

La surface articulaire tibiale ressemble à celle des ruminants, la malléole tibiale est au même niveau que la malléole fibulaire qui appartient ici au tibia (figure 8).

La trochlée talaire est large et épaisse, répond au tibia par une gorge profonde, la surface calcanéenne est plane et la surface naviculaire est peu convexe [28-29].

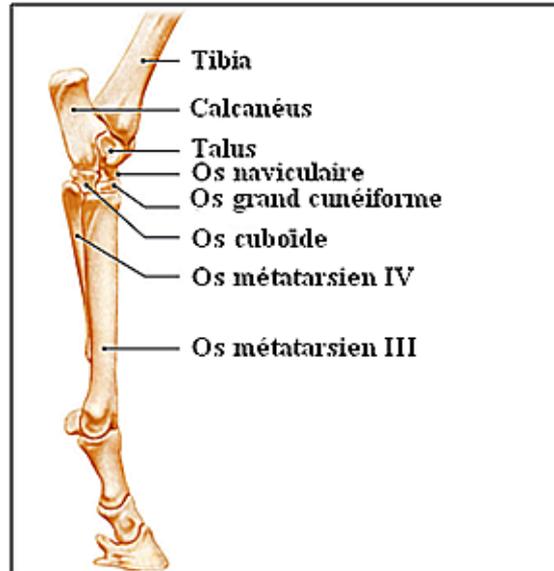


Figure 8. Autopode des onguligrades [28]

2.4. Chez les carnivores

La surface articulaire tibiale est large avec deux gorges parallèles plus profondes que celle de l'homme. Les malléoles sont proéminentes et descendent plus bas, s'articulant avec le talus (figure 9).

Le talus est aplati d'arrière en avant et il est plus large que celui des ongulés [28-29].

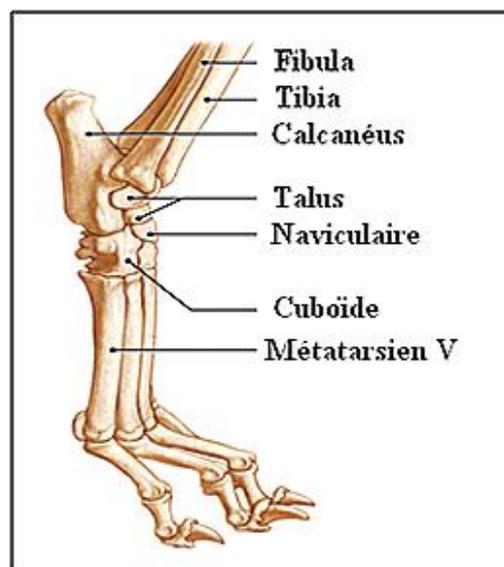


Figure 9. Autopode des digitigrades [28]

Les ligaments collatéraux sont courts chez l'homme. Ils sont longs et puissants chez les ongulés (ruminants et équidés), conférant une bonne stabilité transversale, et la capsule contrairement à l'homme, s'étend parfois jusqu'aux métatarses [28-29-30].

Les articulations cruro-tarsiennes des mammifères se ressemblent, avec quelques différences permettant à chaque espèce de s'adapter à son mode de locomotion [29-30] :

- La position de l'hallux rapproché des orteils chez l'homme pour la stabilité et la propulsion, et écarté chez les primates pour la préhension.
- La verticalisation du calcaneus et le positionnement du talus au sommet, permet au talon de se poser au sol et de jouer un rôle d'amortisseur dynamique en position érigée.
- Le creusement de la voûte médiale permet la répartition des charges entre l'avant et l'arrière-pied et facilite la propulsion.

3. CONCLUSION

L'étude de l'anatomie comparée nous a permis de connaître les éléments anatomiques de l'articulation de la cheville, qui permettent la bipédie caractéristique à l'homme.

La forme quadrilatère de la mortaise, la largeur de la trochlée talaire en avant, et sa position parallèle au talon, confèrent à la cheville une solidité plus importante et l'adapte à la position érigée chez l'homme. L'alignement des articulations talo-crurale et sub-talienne permet également la transmission des charges au pied, dont l'orientation permet une marche plus droite [28-29].

De plus, l'absence de ligaments longs chez l'homme permet des mouvements d'inversion du pied, mais en revanche crée une faiblesse pouvant être source **des entorses** de la cheville.

Il est évident que la bipédie ne se limite pas aux articulations du pied mais concerne tous le squelette humain, en partant du crâne jusqu'aux orteils.

CHAPITRE-III

ÉTUDE ANATOMIQUE DE L'ARTICULATION DE LA CHEVILLE

La cheville est une articulation tibio-fibulo-talienne, formée par la tibio-fibulaire distale et la talo-crurale (figure 10). C'est une articulation charnière qui unit la jambe au pied [31].

Les extrémités distales de la fibula et du tibia sont fermement unies par de solides ligaments, et forment ainsi un ensemble : une cavité, la mortaise tibio-fibulaire, qui s'articule avec le tenon talien du tarse dorsal. La mortaise est à son tour unie au talus par un complexe capsulo-ligamentaire qui confère une stabilité ; transversale, ventro-dorsale, et rotationnelle à la cheville [32].

L'articulation talo-crurale est une ginglyme, mono-axiale permettant deux mouvements ; la flexion plantaire et la flexion dorsale.

La tibio-fibulaire distale est une syndesmose dont les mouvements limités, interviennent dans la physiologie articulaire de la cheville.

En réalité, l'articulation de la cheville ne peut être dissociée sur le plan fonctionnel des autres articulations du pied, particulièrement la sub-talienne et la médio-tarsienne. En effet l'action synergique de la cheville et du couple de torsion permet l'orientation du pied et son adaptation au terrain lors du mouvement [3].

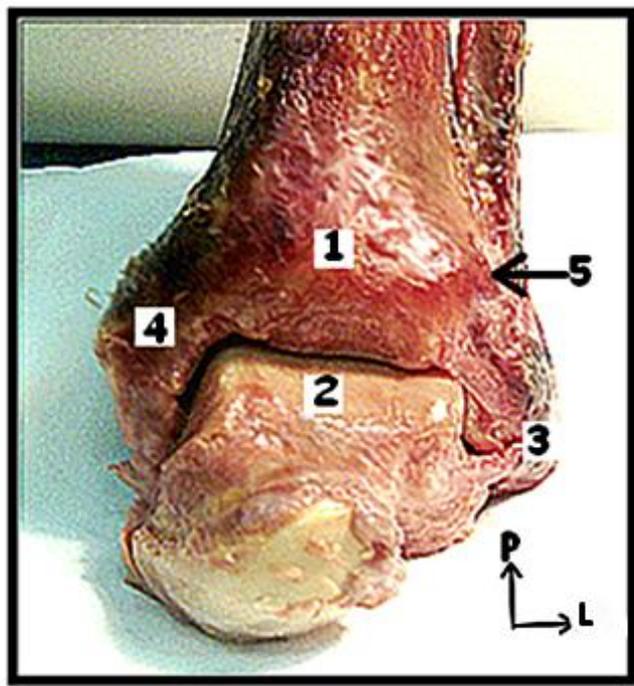


Figure 10. Vue ventrale des articulations de la cheville droite (Bruxelles 2016)

- 1- Mortaise tibio-fibulaire
- 2- Tenon du talus
- 3- Malléole fibulaire
- 4- Malléole médiale
- 5- Articulation tibio-fibulaire distale

1. ÉTUDE DES SURFACES ARTICULAIRES

1.1. ARTICULATION TALO-CRURALE

1.1.1. La mortaise tibio-fibulaire

Les extrémités distales du tibia et de la fibula solidement unies par l'articulation tibio-fibulaire distale et par les ligaments tibio-fibulaires distaux, forment une mortaise allongée transversalement dans laquelle s'encastre le tenon du talus par ses faces crâniale, latérale et médiale [33-34] (figures 11 et 12).

Il existe des variations de la position de la fibula par rapport au plan transversal du talus : une mortaise tibio-fibulaire avec une fibula placée dans un plan plus dorsal par cal vicieux, ou rotation médiale du talus (pied creux) est moins stable et plus exposée aux entorses selon Scranton et Al [35].

Classiquement elle comprend une paroi crâniale ou toit et deux parois latérales.

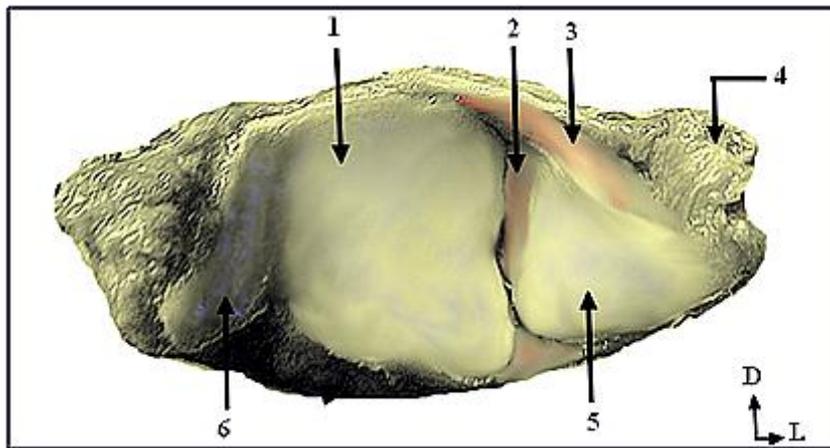


Figure 11. Vue caudale de la mortaise tibio-fibulaire gauche (Bruxelles 2016)

- 1- Paroi crâniale du pilon tibial
- 2- Repli synovial
- 3- Faisceau profond du ligament tibio-fibulaire postérieur
- 4- Faisceau postérieur du ligament collatéral latéral
- 5- Paroi latérale du pilon tibial
- 6- Paroi médiale du pilon tibial

La paroi crâniale :

C'est la face caudale du pilon tibial, concave d'avant en arrière et légèrement convexe dans le sens transversal.

De forme quadrilatère, encroûtée de cartilage, présente à sa partie moyenne une crête mousse ventro-dorsale en rapport avec la gorge du talus, plus développée dans le sens transversal, bordée en ventral et en dorsal par deux rebords osseux. Le dorsal plus marqué, forme la classique malléole dorsale de Destot. Le toit est agrandi en arrière et en avant par la face profonde des ligaments antérieur et postérieur de l'articulation tibio-fibulaire distale.

La paroi médiale (figure 12)

C'est la face latérale de la malléole tibiale, verticale, plane, triangulaire à base ventrale, se continue avec le pilon tibial en formant un angle arrondi. Il s'agit d'une masse de tissu spongieux recouvert par une mince lame de tissu compact dont le point d'ossification apparaît à la deuxième année, et se réunit au reste de l'os vers 16 à 18 ans [36].

La partie dorso-caudale de la malléole médiale est extra-articulaire et donne insertion à la capsule et au ligament tibio-talien postérieur.

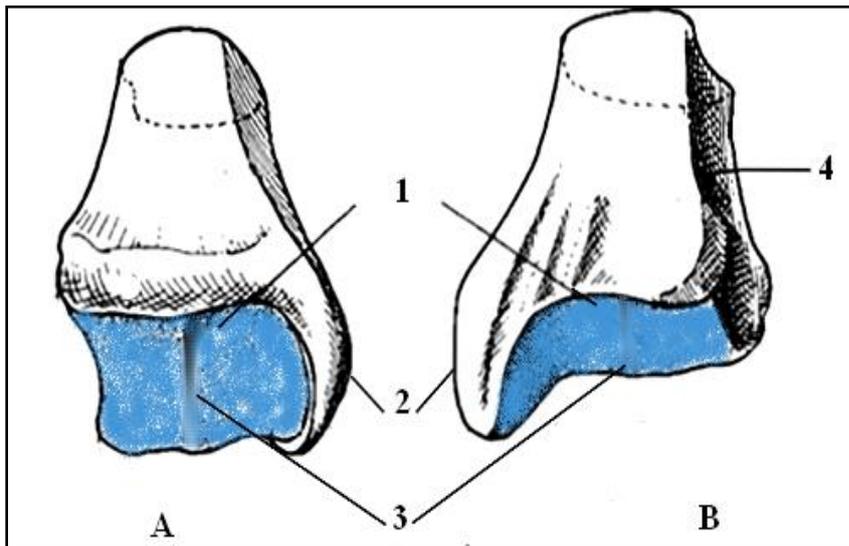


Figure 12. Vue ventro-caudale (A) et dorso-caudale (B) du pilon tibial

Illustration d'après Castaing [37]

- 1- Pilon tibial.
- 2- Malléole médiale
- 3- Crête mousse
- 4- Incisure fibulaire

La paroi latérale (figure 13)

C'est la face médiale de la malléole latérale, triangulaire à base crâniale et apex caudal, convexe de haut en bas, encroûtée de cartilage, séparée de la surface tibiale par une rainure sagittale où passe la frange synoviale qui comble l'ouverture de l'articulation tibio-fibulaire distale. Elle est formée par des travées verticales et spongieuses.

Les points épiphysaires apparaissent à un an et se soudent à la diaphyse vers 17 à 20 ans [24].

Cette face donne insertion en avant à la capsule et au ligament talo-fibulaire antérieur.

«Elle est plus grêle, plus postérieure et plus longue que la malléole tibiale. Elle est très importante, car sa longueur réalise un porte-à-faux fragile ... elle intervient considérablement, par sa longueur, dans la statique de la cheville ... » (OLIVIER) [37].

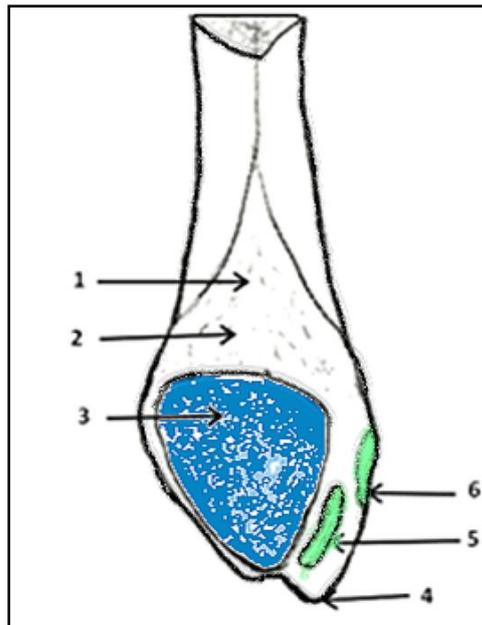


Figure 13. Vue médiale de la malléole fibulaire. Illustration d'après Castaing [37]

- 1- Zone d'insertion du ligament interosseux
- 2- Face médiale
- 3- Surface articulaire fibulaire
- 4- Apex de la malléole fibulaire
- 5- Zone d'insertion du ligament talo-fibulaire postérieur
- 6- Zone d'insertion du ligament tibio-fibulaire distal

En général, la mortaise est plus développée dans le sens transversal que dans le sens ventro-dorsal, son axe est oblique, et orienté en latéral et en caudal (valgus physiologique). L'axe dorsal est transversal, orienté en dorsal et en latéral en raison de la position dorsale de la malléole latérale. Le revêtement cartilagineux est ininterrompu sur les surfaces articulaires crâniale et latérale, il est plus épais sur le pilon tibial (deux mm d'épaisseur) que sur les parois latérales.

Plusieurs structures visibles par imagerie ultrasono-graphique, passent en avant de la mortaise tibio-fibulaire. Les plus importantes sont, de médial en latéral :

- Le tendon du muscle tibial antérieur.
- La veine tibiale antérieure et le nerf fibulaire.
- Le tendon du muscle long extenseur de l'hallux.
- L'artère tibiale antérieure.
- Le tendon du muscle long extenseur des orteils.
- Nerf fibulaire (péronier superficiel).

1.1.2. Le tenon du talus

L'origine du mot talus vient de « Taxillus » qui était le nom donné aux os du talon du cheval avec lesquels les soldats romains jouaient aux dés. Les Grecs employaient plutôt le terme « Astragalus » [38-39].

Os court, aplati de haut en bas et allongé d'avant en arrière, comparé à un escargot, encastré entre la mortaise tibio-fibulaire, le calcanéus et le naviculaire (figure 14).

Il transmet le poids du corps au pied, il est mal vascularisé et dépourvu de toute insertion musculaire. Il est soumis à de fortes contraintes lors de la marche et des autres activités tout en étant au centre d'un complexe articulaire très mobile. Il est articulaire avec la mortaise tibio-fibulaire par le tenon talien, formé par la face crâniale et les deux faces latérales du corps du talus, et, il est recouvert d'un revêtement cartilagineux continu plus épais sur la trochlée d'environ un à deux mm [40].

La face crâniale

C'est la trochlée du talus, plus large en ventral qu'en dorsal, la gorge de la trochlée est dirigée obliquement de dorsal en ventral et de médial en latéral, ce qui explique la déviation du pied dans la même direction (figure 14).

Le versant médial est moins élevé que le latéral, et présente à ses deux extrémités un biseau formé par le frottement des ligaments antérieur et postérieur de l'articulation fibulo-tibiale distale [32].

La valeur angulaire de la face crâniale de la mortaise est de 75° à 80° et celle de la trochlée est de 110° à 130° (figure 15), ceci entraîne un débordement d'une partie de la trochlée, d'où l'instabilité potentielle en flexion plantaire. En effet le bord étroit de la trochlée n'occupe pas toute la largeur de la pince bimalléolaire ce qui crée selon Esenyl and Al, une propension aux entorses dans la marche à talons hauts [41].

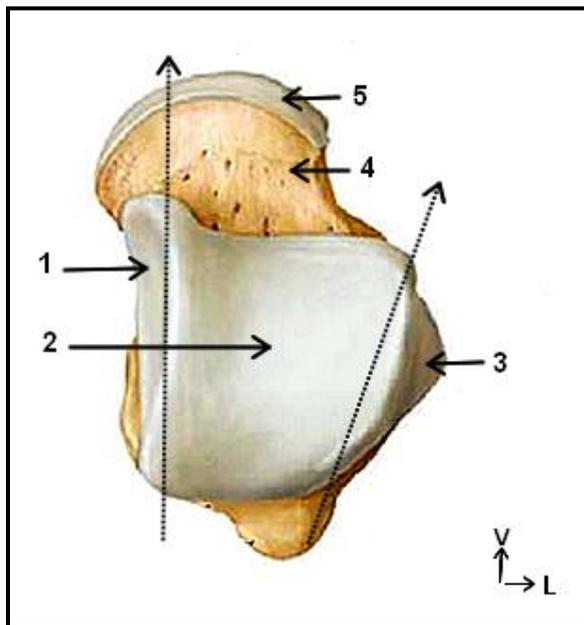


Figure 14- Vue crâniale des surfaces articulaires du talus [42]

- 1- Facette médiale du corps du talus
- 2- Trochlée du talus
- 3- Facette latérale du corps du talus
- 4- Col du talus
- 5- Tête du talus

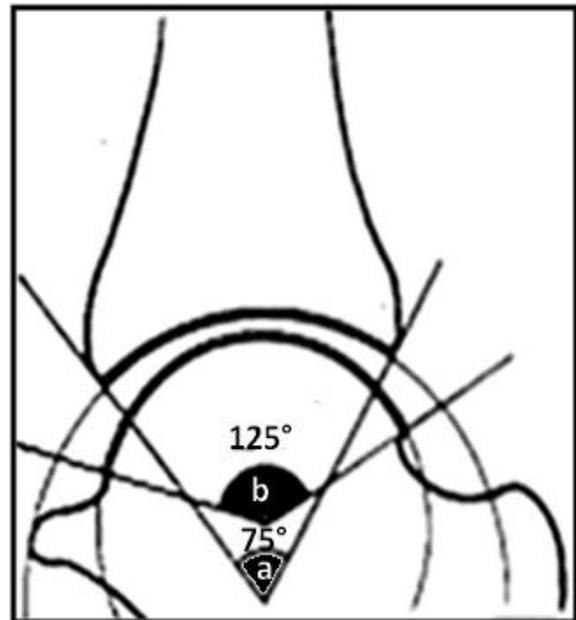


Figure 15- Valeurs angulaires des surfaces tibio-talaires [37]

- a- valeur angulaire de la mortaise
- b- valeur angulaire de la trochlée

La face médiale

En forme de virgule à grosse extrémité ventrale, elle répond à la facette latérale de la malléole médiale.

La face latérale

Triangulaire à apex caudal, concave de haut en bas, articulaire avec la malléole latérale.

1.2. L'ARTICULATION TIBIO-FIBULAIRE DISTALE

1.2.1. Définition

Etudiée par Pol Le Cœur en 1938, elle unit les extrémités distales, tibiale et fibulaire et elle est limitée latéralement par les deux malléoles (figures 16 et 17) [43].

Ses repères commencent au niveau de l'origine des ligaments tibio-fibulaire distaux, en allant du tibia jusqu'à leurs terminaisons sur la malléole latérale [44].

De type arthrodie, c'est une syndesmose dépourvue le plus souvent de cartilage et de capsule [45-46].

Cependant, une étude faite sur cette articulation a démontré que dans trois quarts des cas, le raccordement de l'extrémité distale du tibia et de la fibula n'est pas une simple syndesmose mais une articulation synoviale. Ceci pourrait changer les opinions traditionnelles sur la structure de la syndesmose tibio-fibulaire et devrait être reflété dans le traitement de la luxation/fracture de la cheville [3].

Peu mobile, renforçant ainsi la stabilité de la cheville, elle contribue dans la transmission des contraintes talo-crurale lors de la marche. En effet, cette syndesmose joue un rôle non négligeable dans le fonctionnement biomécanique de la cheville, en réalisant la pince tibio-fibulaire.

Elle est formée de deux surfaces articulaires, l'une tibiale concave, l'autre fibulaire convexe, recouvertes en bas de cartilage d'encroûtement, faisant suite à celui de l'articulation tibio-tarsienne et tapissée de la synoviale de la même articulation.

Elle est surmontée d'un ligament interosseux qui participe avec les ligaments antérieur et postérieur à empêcher l'écartement des deux os [43].

1.2.2. Les surfaces articulaires

L'incisure fibulaire

Située sur la face latérale de l'épiphyse distale du tibia, verticale, plus large en bas qu'en haut, de forme triangulaire, concave de ventral en dorsal, à base distale. Elle est revêtue de cartilage, s'articule avec l'extrémité distale de la fibula, et donne attache au ligament interosseux.

La surface articulaire fibulaire

Convexe mais parfois concave ou plane, et dans ce cas le contact avec le tibia se fait au niveau des bords. Elle est triangulaire à base distale et donne attache au ligament interosseux.

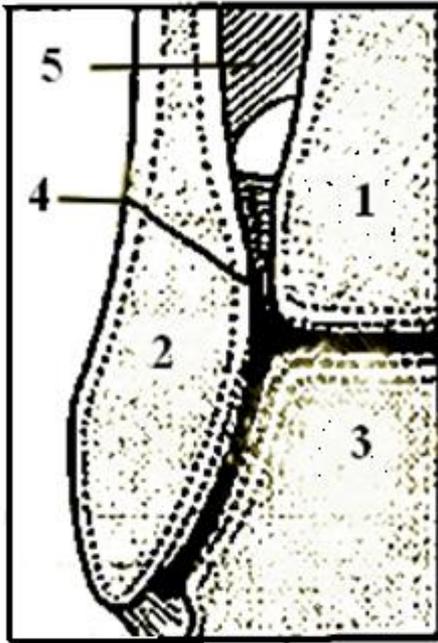


Figure 16. Coupe frontale de l'articulation tibio-fibulaire distale [37].

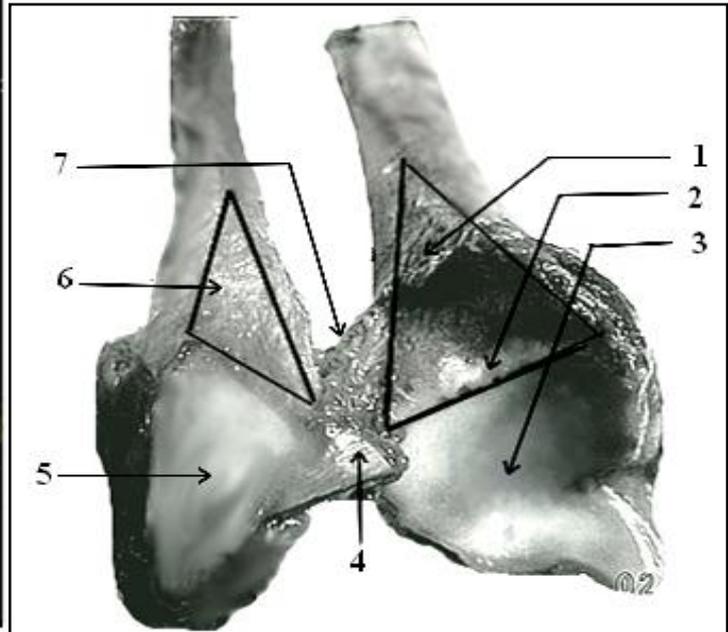


Figure 17. Surfaces articulaires de l'articulation tibio-fibulaire distale. (Bruxelles 2016)

- 1- Tibia
- 2- Fibula
- 3- Talus
- 4- Interligne tibio-fibulaire distale
- 5- Ligament interosseux

- 1- Incisure fibulaire
- 2- Cartilage articulaire de l'incisure fibulaire
- 3- Cartilage articulaire de la malléole médiale
- 4- Faisceau profond du ligament tibio-fibulaire postérieur distal
- 5- Cartilage articulaire de la malléole latérale
- 6- Surface articulaire fibulaire
- 7- Ligament interosseux

2. ÉTUDE DES MOYENS D'UNION

2.1. LES MOYENS PASSIFS

2.1.1. La capsule

C'est un manchon fibreux résistant [33-47] qui s'insère :

- En haut et en bas sur le pourtour des surfaces articulaires.
- A la partie ventrale de l'articulation à sept ou huit mm du revêtement cartilagineux, sur le col du talus à la limite distale de la saillie transversale, et sur la face ventrale du tibia un peu au dessus des surfaces articulaires distales.

En avant, la capsule est mince et lâche, renforcée par des lamelles fibreuses disposées sur plusieurs plans et séparées par des couches de graisse.

L'une d'elles plus constante prend le nom de ligament antérieur et s'étend obliquement en bas et en dehors du tibia à la face latérale du col du talus. Sur les côtés, la capsule est épaissie par les ligaments.

En arrière, elle est mince et très lâche, doublée par des pelotons adipeux, renforcée par des tractus fibreux, allongés du tibia à la malléole latérale et au ligament talo-fibulaire postérieur, et par le ligament talo-fibulo-calcaneén.

2.1.2. Les ligaments de l'articulation talo-crurale

Tous les ouvrages anatomiques qu'ils soient classiques, anciens ou récents s'accordent pour les répartir en deux systèmes principaux :

- Un système collatéral avec ses deux ligaments : médial et latéral.
- Un système de renforcement ligamentaire antérieur et postérieur.

2.1.2.1. Les systèmes de renforcements antérieur et postérieur

Ils sont variables selon leur nombre, leur forme ou leur degré de différenciation, et sont peu développés le plus souvent [45].

En avant, c'est un faisceau oblique de quatre à cinq mm qui s'étend du bord marginal ventral du tibia à la face latérale du col du talus.

Il est formé de deux faisceaux : l'un fibulaire, s'étend obliquement de la malléole latérale jusqu'au talus en dehors, régulier, quadrilatère à fibres serrées et fortes, et l'autre tibial, formé par un ensemble irrégulier de fibres qui partent du bord marginal ventral du tibia, obliquement de dedans en dehors jusqu'au talus en avant de la trochlée.

En arrière, ce sont des fibres transversales qui s'étendent du bord marginal dorsal du tibia à la face médiale de la malléole latérale (figure 18), et dont les fibres se situent entre le ligament tibio-fibulaire postérieur et les faisceaux postérieurs des ligaments collatéraux [33].

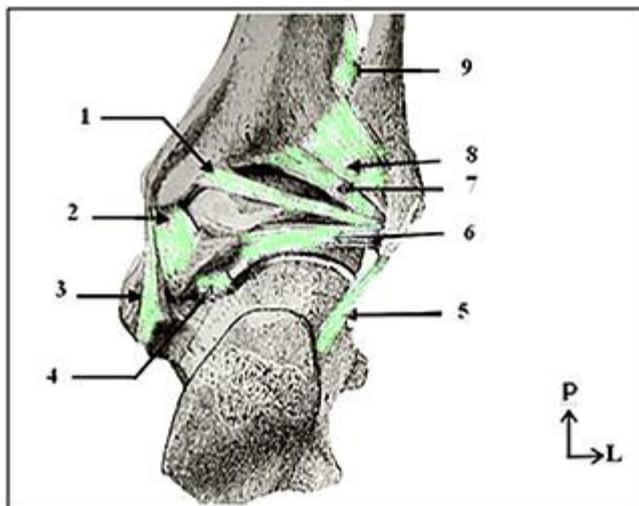


Figure 18. Vue dorsale des ligaments de l'articulation de la cheville
Selon Poirier modifiée [33].

- 1- Ligament intermalléolaire postérieur ;2- Ligament tibio-talien postérieur ;3- Ligament tibio-calcaneén ;4- Ligament talo-calcaneén ;5- Ligament fibulo-calcaneén ;6- Ligament talo-fibulaire postérieur ;7- Ligament transverse distal ;8- Ligament tibio-fibulaire postérieur ;9- Ligament interosseux

2.1.2.2. Le système collatéral

Que ce soit pour le complexe collatéral médial ou latéral, le sommet du ligament se fixe sur la malléole correspondante et la périphérie sur les os du tarse dorsal (figure 19).

2.1.2.2.1. Le ligament collatéral latéral :

S'étend de la malléole latérale jusqu'au talus et le calcanéus, et comprend trois faisceaux : antérieur, moyen et postérieur.

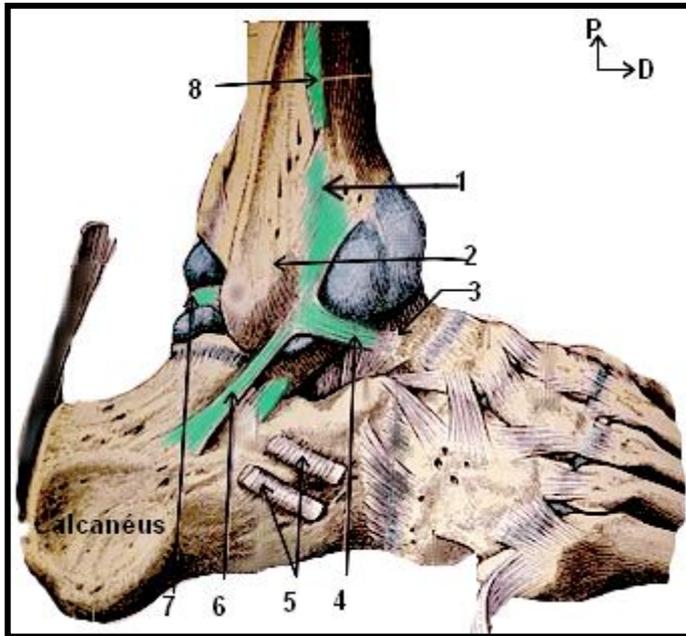


Figure 19. Vue latérale d'une cheville droite montrant le ligament collatéral latéral et ses faisceaux selon Testut/Latarjet modifiée [45].

- 1- Ligament tibio-fibulaire antérieur
- 2- Malléole fibulaire
- 3- Talus
- 4- Ligament talo-fibulaire antérieur
- 5- Tendons des muscles fibulaires
- 6- Ligament calcanéofibulaire
- 7- Ligament talo-fibulaire postérieur
- 8- Ligament interosseux

a- Le faisceau antérieur : Le ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA)

Étude morphologique

De forme quadrilatère, mince, court, aplati, s'élargit de bas en haut parallèlement au dos du pied (figure 19).

Sa direction est presque horizontale, en ventrale et en médiale en position neutre, en dorsiflexion il est légèrement dirigé vers le haut, et en flexion plantaire il est tendu, et sa direction est ventro-médiale fermement uni au talus.

Il prend origine sur le bord ventral de la malléole latérale et se termine sur la face latérale du talus, et comprend parfois deux faisceaux : proximal et distal, séparés par un interstice.

Selon [Kapandji]⁴⁸, il se termine entre le flanc latéral et l'ouverture du sillon du talus, et pour Rouvière sa terminaison est en avant de la surface articulaire fibulaire.

Il est étroitement lié à la capsule articulaire de la cheville [49].

Peu résistant, c'est le ligament de l'entorse et correspond au point douloureux antérieur malléolaire latéral [31].

Étude morphométrique

Ses dimensions sont variables, et selon la revue bibliographique [50-51], il s'agit d'une bandelette plate de 10 à 15 mm de largeur et 20 à 30 mm de longueur, il est tendu en varus équin et sa section entraîne une subluxation antérieure du talus et un diastasis de 10° à 15° [52].

Thés, dans son étude faite en 2014 par arthroscopie sur 14 cadavres frais pour étudier la faisabilité et la précision du repérage des insertions, a donné les résultats suivants [53] :

- Le centre d'insertion fibulaire est de $16,1 \pm 3,6$ mm de l'apex de la malléole, et celui du talien est de $18,4 \pm 2,8$ mm de l'apex du processus du talus latéral.
- La différence entre les centres anatomiques et arthroscopiques des insertions est de $1,7 \pm 1,9$ mm pour le fibulaire et de $1,5 \pm 1,7$ mm pour le talien.

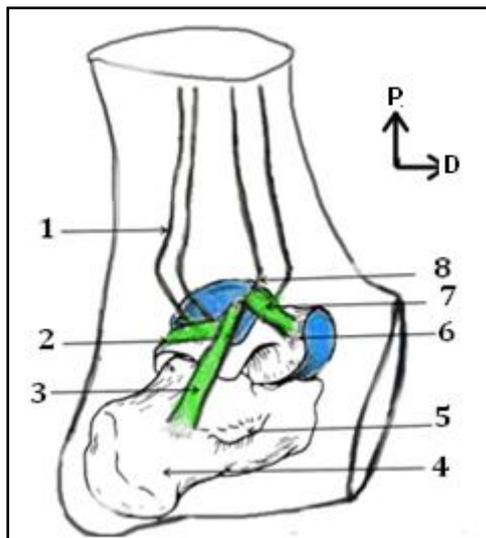


Figure 20. Vue latérale d'une cheville **gauche** montrant les insertions des faisceaux du ligament collatéral latéral. Illustration d'après Castaing modifiée [37].

1. Malléole médiale
2. Ligament talo-fibulaire postérieur
3. Ligament calcanéofibulaire
4. Face latérale du calcanéus
- 5-Tubercule des fibulaires
- 6-Face latérale du talus
- 7-Ligament talo-fibulaire antérieur
- 8-Bord antérieur de la malléole fibulaire

b- Le faisceau moyen : le ligament calcanéo-fibulaire(LCF)

Étude morphologique

En forme de cordon fibreux allongé, légèrement aplati. Sa direction est oblique en bas, en arrière et en dedans (figure 20).

Il est tendu de la face latérale et du bord ventral de la malléole, entre le faisceau antérieur et l'extrémité apicale de la malléole latérale, et sur la partie adjacente de la face latérale de la malléole, à la face latérale du calcaneus, sur une petite empreinte saillante, située un peu au dessus et en arrière du tubercule des fibulaires.

Il pont l'articulation sub-talienne et soutient les tendons fibulaires avec lesquels il a des rapports étroits (intérêt en échographie) [54].

Le faisceau moyen constitue avec le ligament talo-fibulaire antérieur auquel il est souvent lié, un des facteurs de couplage mécanique de la stabilisation sub-talienne et talo-crurale [55].

Adhérent à la face profonde de la gaine des fibulaires, doublé en profondeur par le ligament talo-calcanéen latéral, il est sollicité en varus isolé et sa section intervient plutôt dans l'instabilité sub-talienne [50].

Étude morphométrique

Selon plusieurs études faites sur cadavre, ses dimensions sont en moyenne de 31 ± 6 mm de longueur, et de 4,4 mm de largeur $\pm 1,1$ mm, son angle avec le plan sagittal est de $51,11^\circ$. Son allongement maximal en inversion extrême et en flexion dorsale est de 2,88% de sa longueur initiale [7-56].

Le centre d'insertion fibulaire du ligament calcanéo-fibulaire est de $4,2 \pm 1,8$ mm de l'apex de la malléole latérale et celui du calcaneen est à $18,4 \pm 2,5$ mm de l'apex du processus fibulaire du calcaneus (intérêt radiologique) [53].

La différence entre les centres anatomiques et arthroscopiques des insertions du ligament calcanéo-fibulaire est de $1,4 \pm 1,4$ mm pour le fibulaire et de $4,1 \pm 2,3$ mm pour le calcaneen.

Les caractéristiques de ce ligament sont importantes dans les lésions ligamentaires au cours des entorses de la cheville de même que dans les reconstructions chirurgicales.

Une étude cadavérique a confirmé la fiabilité de la malléole latérale comme point de repère cutané de l'insertion distale du faisceau moyen [51].

c- Le faisceau postérieur, le talo-fibulaire postérieur (LTFP)

Étude morphologique

Très épais, profond, résistant, intra-articulaire, tendu transversalement de l'excavation médiale et dorsale de la fibula jusqu'au tubercule latéral de la face dorsale du talus qui borde en dehors, la gouttière du long fléchisseur de l'hallux. Il se prolonge par un petit ligament, le ligament talo-calcanéen postérieur (figures 18 ,19).

Il est parallèle au ligament postérieur de l'articulation tibio-fibulaire distale. L'exploration échographique de ce ligament est pauvre, mais depuis l'introduction de l'arthroscopie de la cheville, les ligaments postérieurs sont mieux explorés. Il a un aspect

multi-fasciculaire et peut s'insérer sur le processus du talus ou sur l'os trigone, et fusionne parfois avec le ligament intermalléolaire postérieur [31-55].

A son origine fibulaire, il est recouvert par le rétinaculum latéral et à sa partie supéromédiale, par le tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux.

Étude morphométrique

Une étude cadavérique faite sur 40 spécimens par Milner and Soames, a donné les dimensions suivantes : 23.0 mm \pm 7.0 pour la longueur, et 5.5 mm \pm 2.5 pour la largeur.

2.1.2.2.2. Le ligament collatéral médial

Il est plus résistant, formé de deux plans : superficiel et profond.

a- Le plan profond

Étude morphologique

Il s'agit d'un ligament court, épais, séparé de la couche superficielle par un interstice cellulaire, il est individualisé en deux faisceaux :

- Un faisceau antérieur : le ligament tibio-talaire antérieur, s'étend du bord ventral de la malléole médiale à la partie médiale du collier du talus.
- Un faisceau postérieur : le ligament tibio-talaire postérieur, oblique en arrière, tendu de la partie distale de la malléole médiale au tubercule médial de la face dorsale du talus (figure 21).

Le ligament profond traverse une seule articulation, la talo-crurale.

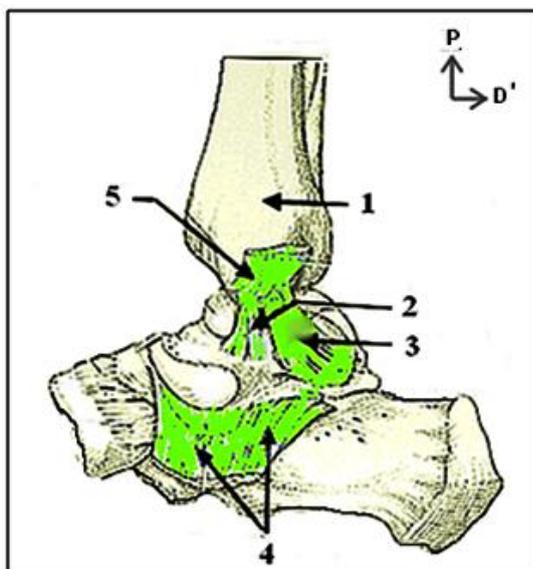


Figure 21. Vue médiale de la cheville droite montrant le plan profond du ligament collatéral médial selon Paturet modifiée [31].

- 1- Malléole médiale
- 2- Ligament tibio-talaire antérieur
- 3- Ligament tibio-talaire postérieur
- 4- Ligament deltoïde sectionné
- 5- Insertion tibiale du ligament deltoïde

b- Le plan superficiel (figure 22)

C'est le ligament deltoïde, de forme triangulaire d'où son nom du grec Delta, il est solide et essentiel pour la stabilité médiale de la cheville. Tendue en éventail du bord ventral et de l'apex de la malléole médiale, ses fibres divergent vers le bas pour se terminer sur la face crâniale de l'os naviculaire, sur le bord médial du ligament glénoïdien, (calcanéo-naviculaire inférieur) et sur le bord libre du sustentaculum-tali.

Il traverse ainsi deux articulations ; la sub-talienne et la talo-crurale.

Les ouvrages classiques décrivent le plus souvent trois faisceaux pour ce plan :

- Un faisceau postérieur tibio-calcanéen, dont les fibres se dirigent obliquement en bas et en arrière et se fixent sur la face médiale du calcaneus en arrière du sustentaculum-tali. Ce faisceau est très résistant.
- Un faisceau moyen, dont les fibres se dirigent verticalement en bas et se fixent sur le bec du processus calcanéen. Ses fibres transversales participent à la formation du ligament calcanéo-naviculaire inférieur (le tibio-spring ligament).
- Un faisceau antérieur tibio-naviculaire, dont les fibres vont du col du talus à l'os naviculaire en dorso-médial en s'insérant sur le ligament talo-naviculaire supérieur, depuis leur origine sur la malléole du tibia.

Selon Testut et Latarjet, seules les fibres ventrales et moyennes forment le ligament deltoïde que Farabeuf nommait le ligament tibio-naviculo-glèno-sus-tentaculaire.

Il est masqué dans sa globalité par le rétinaculum des fléchisseurs sauf à sa partie ventrale, recouverte par le tendon du muscle tibial antérieur. Le tendon du tibial postérieur et celui du long fléchisseur de l'hallux traversent et couvrent les faisceaux moyen et postérieur.

La lésion du ligament collatéral médial s'accompagne le plus souvent d'une fracture de la malléole latérale et d'une atteinte de la syndesmose tibio-fibulaire [57-58].

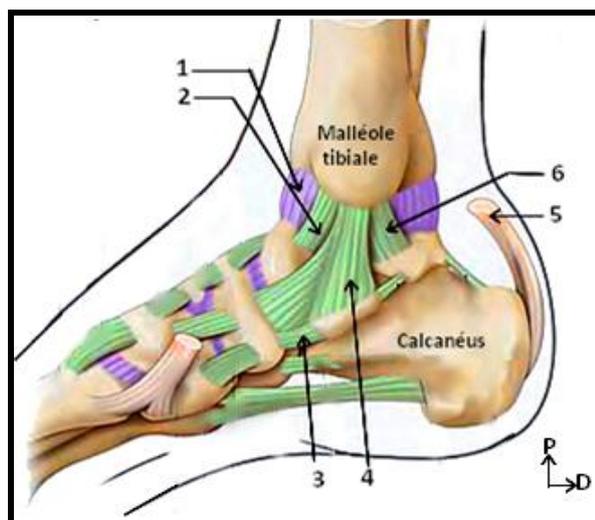


Figure 22. Vue médiale de la cheville montrant le plan superficiel du ligament collatéral médial selon Kamina modifiée [42].

1- Capsule ; 2-Ligament tibio-talaire antérieur ; 3- Ligament calcanéo naviculaire plantaire
4-Ligament deltoïde ; 5-Tendon d'Achille ; 6-Ligament tibio-talaire postérieur

Étude morphométrique

Ces mêmes auteurs se sont intéressés aux dimensions des bords du ligament superficiel étant plus accessible et mieux individualisé que le plan profond.

De forme triangulaire, on distingue trois bords :

- Un bord ventral : 21 mm à 37 mm.
- Un bord dorsal : 24 mm à 37 mm.
- Un bord inférieur : 28 mm à 49 mm.

2.1.3. Les ligaments de l'articulation tibio-fibulaire distale

Les extrémités distales des deux os de la jambe sont unies entre elles par trois groupes de ligaments qui jouent un rôle important dans la stabilité de la tibio-tarsienne. En effet, leur rupture entraîne un diastasis source d'instabilité. Ce sont :

- Le ligament tibio-fibulaire antéro-inférieur distal.
- Le ligament tibio-fibulaire postéro-inférieur distal avec son faisceau profond ou ligament transverse.
- Le ligament interosseux tibio-fibulaire.

Étude morphologique

Le ligament interosseux (figure 18)

C'est la partie distale du ligament interosseux de la jambe, qui est une membrane fibreuse formée par des fibres tendues obliquement en bas et en dehors du bord latéral du tibia à la crête interosseuse de la fibula, et s'arrêtent à quelques millimètres au dessus du bord supérieur des surfaces articulaires. Deux orifices livrent passage, en haut à l'artère tibiale antérieure et en bas à l'artère fibulaire.

La face ventrale de ce ligament donne attache aux muscles : tibial antérieur et long extenseur des orteils, et la face dorsale aux muscles : tibial postérieur et le long fléchisseur de l'hallux.

Le ligament antérieur (figure 19)

Large, épais, résistant, ses fibres se dirigent obliquement en bas et en dehors du bord ventral du pilon tibial au bord ventral de la malléole latérale, et sont séparées par des espaces vasculaires. Multi-fasciculaire, il est dans 20% des cas intra-articulaire.

Le ligament postérieur (figure 18)

Plus épais, plus large et plus résistant que le précédent, oblique en bas et en dehors depuis la partie latérale et dorsale du pilon tibial, jusqu'à la malléole médiale le long du bord dorsal de la mortaise tibio-fibulaire. Ses fibres sont recouvertes par les tendons des muscles fibulaires.

Étude morphométrique

Selon Hermans [44] les dimensions sont :

- Le ligament interosseux : les valeurs augmentent de haut en bas avec en moyenne, trois à six mm pour la longueur et deux à quatre mm de largeur.
- Le ligament tibio-fibulaire antérieur et distal : multi-fasciculaire, ses dimensions varient de haut en bas avec des valeurs passant de 6 à 20,6 mm pour la longueur, inversement il est plus large à sa partie moyenne (4.9 - 10 - 4.0 mm).

- Le ligament tibio-fibulaire postérieur et distal : ses fibres proximales sont plus courtes que les fibres distales, et la longueur moyenne est de 9.7 mm à 21.7 mm et la largeur moyenne est de 11.2 mm à 21.1 mm.
- Le ligament transverse est de 22 à 42 mm de longueur.

2.2. LES MOYENS ACTIFS

Les tendons du pied sont plaqués contre le squelette par des coulisses fibreuses (rétinaculums). Ils sont cylindriques, longs et plus ou moins aplatis, situés à proximité des saillies osseuses. Ils ont une vascularisation pauvre, et une innervation sensitive riche, importante dans la régulation des contractions musculaires notamment grâce aux mécanorécepteurs de type III de Golgi [59].

Autour de la cheville, ils sont répartis en quatre groupes : médial, latéral ; ventral, et dorsal (figures 23,24), [34-36].

Groupe médial (figure 23)

Il est composé de trois tendons qui sont d'avant en arrière et de haut en bas :

Le tendon du muscle tibial postérieur

Il glisse dans la gouttière de la face dorsale de la malléole médiale, se réfléchit sur sa pointe et se dirige vers la partie supérieure du canal calcanéen.

La gaine séreuse du tendon s'étend à deux travers de doigts au dessus de l'interligne articulaire, et dépasse de un à deux cm les gaines des tendons fléchisseurs.

Le tendon du muscle long fléchisseur des orteils

Situé en arrière du précédent dans le même sillon, puis il s'en éloigne pour passer dans le canal calcanéen.

Le tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux.

En arrière et en dehors du précédent, dont il est séparé par un espace large, il croise la face dorsale du talus, puis passe dans la partie distale du canal calcanéen.

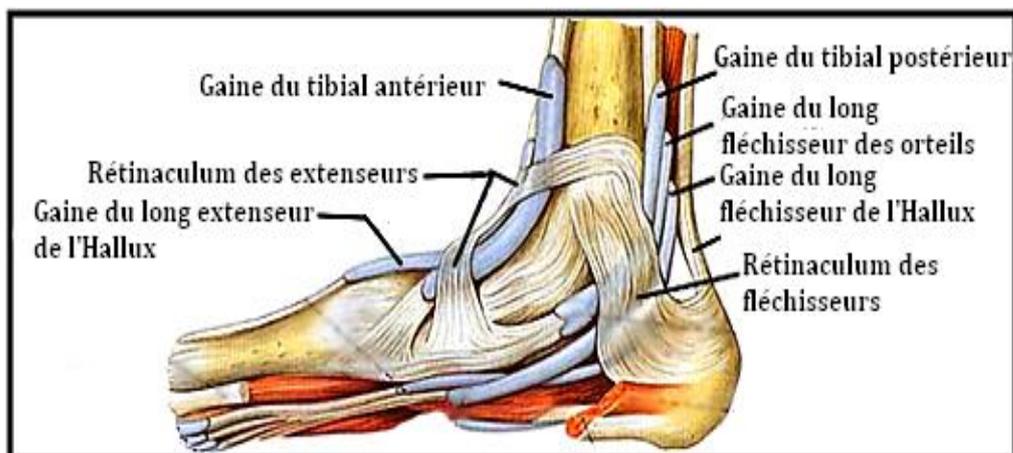


Figure 23. Vue médiale du cou-de-pied montrant les tendons musculaires et les rétinaculums de la cheville [60]

Groupe dorsal

Le tendon calcanéen

Entouré par l'aponévrose superficielle, c'est le plus volumineux des tendons. Il s'insère sur la partie distale de la face dorsale du calcanéus dont il est séparé en haut par la bourse séreuse rétro-calcanéenne. Il présente un point faible à deux cm au dessus du calcanéus.

Le tendon du muscle plantaire

Accolé au bord médial du précédent, il est compris dans la même gaine que lui.

Groupe latéral ou fibulaire (figure 24): au nombre de deux, ce sont:

Le tendon du muscle court fibulaire

Le tendon du muscle long fibulaire

Ces deux muscles sont très importants pour l'articulation tibio-fibulaire distale. En effet, leur tendons coulissent dans le sillon situé sur le bord dorsal de la malléole fibulaire, et exercent une certaine pression lors de leur contraction, qui va entraîner le rapprochement de la fibula vers le tibia (lors d'une flexion plantaire par exemple). De plus, leur mise en tension est également à l'origine de la rotation latérale de la fibula et de l'abaissement de la malléole fibulaire. Ce sont des stabilisateurs latéraux puissants.

Groupe ventral (figure 23): Ce sont de dedans en dehors :

Le tendon du muscle tibial antérieur

Médial et volumineux, il chemine dans la gaine fibreuse médiale puis, en arrière de sa lame distale.

Le tendon du muscle long extenseur de l'hallux

Situé en dehors du précédent, contenu d'abord dans la gaine fibreuse moyenne du rétinaculum inférieur des muscles extenseurs, il passe ensuite en arrière de sa lame distale.

Les tendons du muscle long extenseur des orteils

Les plus latéraux, ils sont situés dans la coulisse fibreuse latérale, puis passent en arrière de la lame distale du rétinaculum inférieur des muscles extenseurs. Ils sont entourés par une gaine synoviale qui contient également le tendon du troisième fibulaire quand il existe. Ils sont séparés de l'articulation tibio-tarsienne par du tissu cellulo-graisseux dans lequel cheminent : l'artère tibiale antérieure et ses deux veines satellites, le nerf tibial et l'artère fibulaire antérieure.

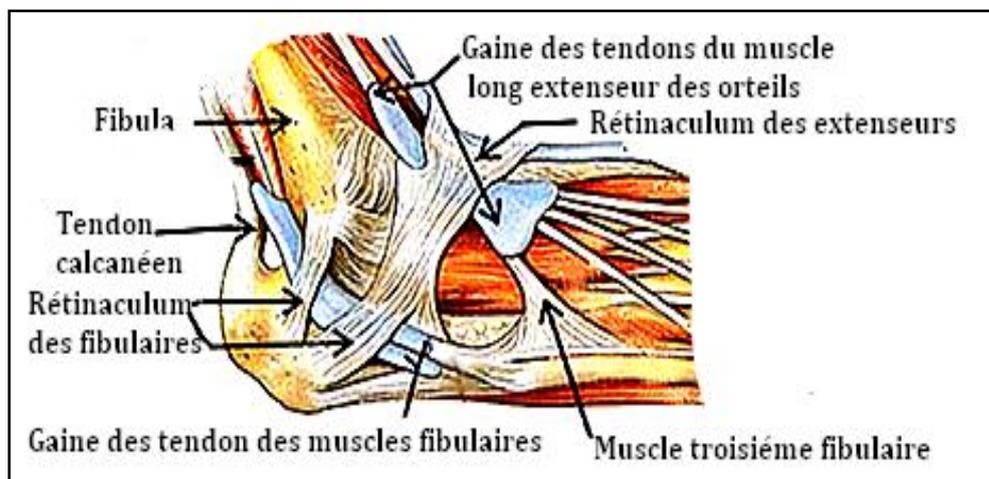


Figure.24.Vue latérale du cou-de-pied droit : tendons périarticulaires et gaines fibreuses [60]

3. LES GAINES FIBREUSES ET OSTÉO-FIBREUSES DES TENDONS DES MUSCLES DE LA JAMBE ET DU PIED

Les rétinaculum de la cheville sont des renforcements du fascia ayant des insertions osseuses et musculaires spécifiques [34-36].

Les fibres qui les composent ont une disposition spatiale particulière, permettant aux tendons de s'étirer lors du mouvement et d'activer ainsi leurs propriocepteurs. Ils seraient eux même impliqués dans la proprioception (figures 23,24) [59].

Ils se disposent comme suit :

En avant :

C'est le rétinaculum inférieur des muscles extenseurs (ligament annulaire antérieur du tarse). C'est un épaississement de l'aponévrose superficielle. Il s'attache en dehors sur le grand processus du calcaneus, se dirige en dedans et en haut et se bifurque en un Y couché en deux lames :

- La lame proximale se porte en haut et en dedans et se fixe sur la face médiale du tibia et de la malléole médiale. Elle forme deux coulisses pour les tendons des muscles du long extenseur de l'hallux en dedans, et du long extenseur des orteils et celui du troisième fibulaire en dehors.
- La lame distale: se dirige en bas et en dedans, croise la face ventrale des tendons extenseurs et se fixe sur bord latéral de l'os naviculaire.

En dehors :

C'est le rétinaculum latéral des fibulaires, il est tendu du bord latéral du sillon malléolaire au bord latéral du calcaneus. Il donne à sa face profonde une lame qui forme avec le sillon rétro-malléolaire une gaine unique, qui livre passage aux tendons des muscles fibulaires.

En bas, elle se dédouble et forme deux gaines indépendantes : l'une proximale pour le tendon du court fibulaire, l'autre distale pour le tendon du long fibulaire. Ces deux gaines forment les freins des fibulaires.

En dedans :

C'est le rétinaculum médial du tarse, formé par deux lames : superficielle et profonde qui se fixent en avant sur le bord dorsal et l'apex de la malléole médiale.

De sa face profonde, se détachent trois gaines ostéo-fibreuses pour les muscles : tibial postérieur, long fléchisseur des orteils et long fléchisseur de l'hallux.

Entre la face profonde du rétinaculum médial et les gaines des deux fléchisseurs, se trouve la gaine destinée au paquet vasculo-nerveux postérieur.

Parallèlement aux gaines fibreuses se trouvent des gaines séreuses.

4. LA SYNOVIALE

C'est un tissu très simple, formé de deux couches cellulaires : une couche superficielle (intima) en contact avec l'intérieur de l'articulation, formée de synoviocytes (cellules aplaties), et d'une couche profonde (sub-intima) de soutien, fibreuse, et bien vascularisée [61].

La synoviale tapisse l'intérieur de l'articulation partout où le revêtement cartilagineux n'existe pas [34-36].

Elle a un double rôle :

- Elle facilite les mouvements des parties molles sur les extrémités osseuses.
- Elle secrète le liquide synovial : liquide filant proche du plasma, riche en protéines qui existe à l'état normal mais en faible quantité dans toutes les articulations. Il concourt à la lubrification articulaire et à la nutrition du cartilage.

4.1. La synoviale de l'articulation tibio-tarsienne.

Tapisse la face profonde de la capsule, d'une grande laxité en ventral et en dorsal, se distend facilement et envoie des prolongements :

- En avant : entre le col du talus et la partie ventrale du pilon tibial.
- En haut : entre le tibia et la fibula.
- En arrière : à travers la déhiscence de la capsule, à la partie dorsale du pilon tibial.

4.2. La synoviale de la syndesmose tibio-fibulaire

C'est un prolongement de la synoviale tibio-tarsienne qui s'élève entre le tibia et la fibula jusqu'au ligament interosseux.

Le cul de sac synovial fibulo-tibial est occupé par une frange adipeuse provenant soit de la fibula, soit du cul de sac synovial. Elle est destinée à combler l'intervalle qui se produit entre le tibia et la fibula lors de certains mouvements de la cheville (figure 25).

5. LES RAPPORTS DE LA CHEVILLE

Les rapports de la cheville se font avec (figures 25,26):

En ventral: de dedans en dehors on a les tendons entourés de leurs gaines synoviales : du muscle tibial antérieur, du muscle long extenseur de l'hallux, du muscle long extenseur des orteils, et du muscle troisième fibulaire. Entre les tendons des muscles extenseurs passent de dedans en dehors le nerf tibial, l'artère et la veine tibiales antérieures.

Une nappe cellulo-graisseuse couvre en avant l'articulation, et à la surface passe la veine grande saphène, le nerf saphène, et des ramifications du nerf musculo-cutané [31-45].

En dorsal : de dedans en dehors on a les tendons entourés de leurs gaines : du muscle tibial postérieur, du muscle long fléchisseur des orteils, du muscle long fléchisseur de l'hallux.

Le paquet vasculo-nerveux tibial postérieur passe en arrière du muscle long fléchisseur des orteils. Le nerf sural est superficiel et rétro-malléolaire latéral [31-45].

Médialement : la cheville est croisée par le tendon du muscle tibial postérieur, et les tendons des muscles fléchisseurs sont situés dans la gouttière calcanéenne [31-45].

Latéralement : les tendons des muscles fibulaires croisent le ligament fibulo-calcaneen et occupent le sillon rétro-malléolaire latéral [31-45].

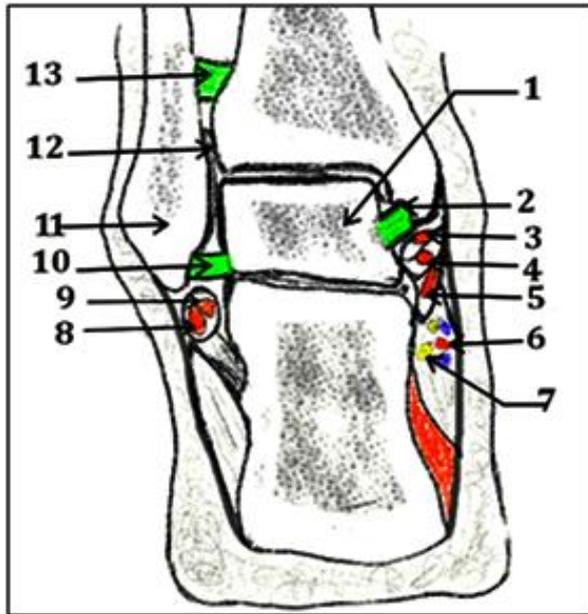


Figure 25.Coupe frontale du cou-de-pied
Selon Bouchet/Cuilleret modifiée [36]

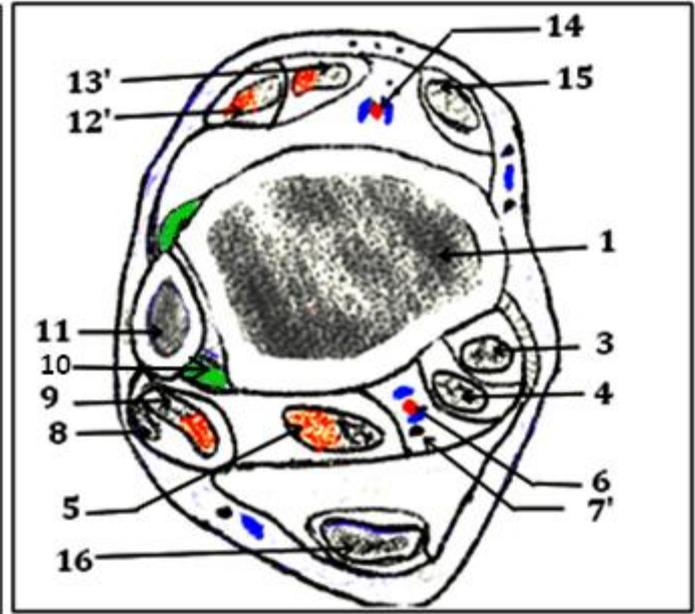


Figure 26.Coupe transversale du cou-de-pied
passant par les deux malléoles
Selon Rouvière modifiée [34]

1-Talus 2-Ligament collatéral médial 3-Tendon du muscle tibial postérieur 4-Tendon du muscle long fléchisseur des orteils 5- Tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux 6- Artère tibiale postérieure 7- Nerf plantaire 7'-Nerf tibial postérieur 8- Tendon du muscle long fibulaire 9- Tendon du muscle court fibulaire 10- Ligament talo-fibulaire postérieur 11- Malléole latérale 12- Repli synovial 12'-Tendon du muscle long extenseur des orteils 13- Ligament tibio-fibulaire postérieur 13'- Tendon du muscle long extenseur de l'hallux 14- Artère tibiale antérieure 15- Tendon du muscle tibial antérieur 16- Tendon calcanéen.

6. LES VAISSEAUX DE L'ARTICULATION TALO-CRURALE

6.1. LES ARTÈRES (figure 27)

6.1.1. Les artères des surfaces articulaires

➤ Le talus

De type terminal, la vascularisation artérielle du talus est particulièrement précaire, d'où le risque d'ostéo-nécrose post traumatique. Elle dépend de 03 pédicules vasculaires dont la distribution se fait en grande partie dans le périoste [42-62-63] .

1-Le 1^{er} pédicule naît de l'artère dorsale du tarse ou de la fibulaire, destiné à la face crâniale du talus et au sinus du tarse.

2-Le 2^e pédicule naît de l'artère tibiale postérieure, destiné à la face médiale du talus (artère deltoïde) et au canal tarsien. L'artère deltoïde contribue à la circulation intra-osseuse dans les parties médiale et proximale du corps du talus.

3-Le 3^e pédicule est formé par le système anastomotique des artères du sinus du tarse et du canal tarsien qui aide à l'irrigation du col et de la tête du talus.

➤ Le pilon tibial

Comme le talus, la vascularisation du pilon tibial est précaire en raison de l'absence d'insertion musculaire. Elle se distingue en 02 systèmes :

- 1-Système artériel métaphysaire : assurée par les artères tibiale postérieure et fibulaire, et accessoirement par l'artère tibiale antérieure qui forment un plexus péri-métaphysaire.
- 2-Système artériel épiphysaire : issu des artères ; tibiale postérieure et fibulaire postérieure.

➤ La malléole fibulaire : Se sont les branches de l'artère tibiale antérieure.

6.1.2. Les artères capsulo-ligamentaires

- L'artère tibiale antérieure : pour la partie ventrale et médiale de la capsule, par sa branche malléolaire médiale qui traverse le ligament tibio-talaire antérieur.
- L'artère tibiale postérieure : donne des rameaux perforants pour le ligament collatéral médial (artère deltoïde).
- L'artère fibulaire postérieure pour la partie postéro-latérale de la capsule.
- L'artère malléolaire latérale pour la partie antéro-latérale de la capsule.

Pour l'articulation tibio-fibulaire distale il s'agit :

- Des branches perforantes de l'artère fibulaire.
- Des branches malléolaires médiales des artères : tibiale antérieure et postérieure.

6.2. LES VEINES

Les veines profondes accompagnent les artères correspondantes.

Les veines superficielles sont représentées par les veines, petite et grande saphène, qui font suite aux veines marginales et qui se drainent dans le réseau profond.

6.3. LES LYMPHATIQUES

Se distinguent en réseaux profonds et superficiels d'après les travaux de Zalewski, de Baum et de Shdanow [64]. Ce sont :

Les lymphatiques superficiels : ils sont ventraux et dorsaux, suivent les veines saphènes et rejoignent les nœuds inguinaux superficiels et les nœuds poplités.

Les lymphatiques profonds : ils se divisent en trois groupes :

- Le groupe ventral : les lymphatiques émergent des parties latérales de la capsule en avant des ligaments latéraux et se réunissent aux collecteurs tibiaux antérieurs.
- Les lymphatiques dorso-médiaux : ils émergent du ligament collatéral médial et de la partie dorso-médiale de la capsule et rejoignent les collecteurs tibiaux postérieurs.
- Les lymphatiques dorso-latéraux : ils émergent de la partie dorso-latérale de la capsule et rejoignent les vaisseaux fibulaires.

6.4. VASCULARISATION DES LIGAMENTS

Les ligaments sont irrigués par des vaisseaux intra-osseux qui les pénètrent à leurs insertions, ou par des vaisseaux de voisinage qui les côtoient. L'apport sanguin est important pour la genèse du nouveau collagène en cas de lésion ligamentaire, et certains programmes de

réhabilitation utilisent le mouvement passif continu qui augmente le flux de sang vers les tissus endommagés pour accélérer leur cicatrisation [5].

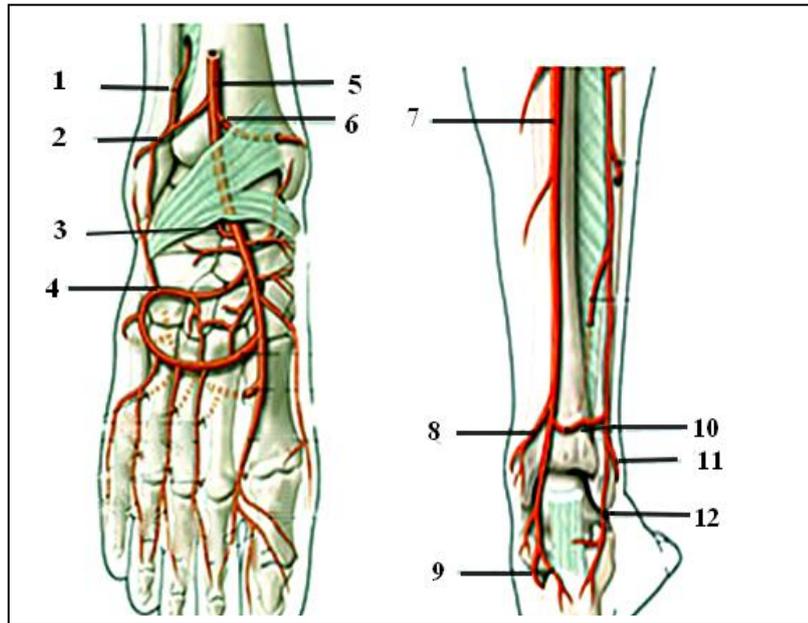


Figure 27. Artères de l'articulation talo-crurale [42]

1-Rameau perforant de l'artère fibulaire 2-Artère malléolaire antéro-latérale 3-Artère du sinus du tarse 4-Artère tarsienne latérale 5-Artère tibiale antérieure 6-Artère malléolaire antéro-médiale 7- Artère tibiale postérieure 8- Artère malléolaire postéro-médiale 9- Rameaux calcanéens médiaux 10- Rameau communicant 11- Artère malléolaire postéro-latérale 12- Rameaux calcanéens latéraux.

7. LES NERFS DE L'ARTICULATION TALO-CRURALE

L'articulation tibio-tarsienne est richement innervée, par les nerfs : fibulaire profond et sural (saphène externe) et également par les nerfs destinés aux muscles qui l'entourent. Cette articulation transmet grâce à des mécanorécepteurs, une sensibilité qui informe sur la position du corps : c'est la proprioception.

Les ligaments et la capsule sont sensibles à la douleur par la présence de terminaisons nerveuses. La membrane synoviale est insensible à la douleur [34-42].

Les nerfs principaux de l'articulation tibio-fibulaire sont représentés par les nerfs fibulaire profond et sural.

7.1. NERFS DU COMPLEXE CAPSULO-LIGAMENTAIRE

L'innervation de la capsule provient des nerfs des muscles qui la croisent, elle est assurée par des nerfs mixtes : le nerf tibial en dorso-médial, le nerf fibulaire profond en ventral et le nerf fibulaire superficiel en latéral.

Selon Dufour, dans 20 % des cas, l'innervation de la partie latérale de la capsule peut être assurée par le nerf sural (saphène externe), qui est purement sensitif, et ce décalage sensitivo-moteur peut être à l'origine d'entorse chez certaines personnes [47].

Les ligaments sont richement innervés soit par des terminaisons nerveuses libres, soit par des filets porteurs de corpuscules de Paccini [5].

CHAPITRE-IV

ANATOMIE MICROSCOPIQUE DES LIGAMENTS ET TENDONS DE LA CHEVILLE ET SON APPORT DANS LA COMPRÉHENSION DE LA BIOMÉCANIQUE ARTICULAIRE DE LA TALO-CRURALE

1. STRUCTURE DES LIGAMENTS DE LA CHEVILLE

Les ligaments sont des tissus conjonctifs spécialisés, peu élastiques et résistants, qui contribuent à la biomécanique de la cheville en s'adaptant aux fonctions complexes qu'effectue cette articulation (figure 28).

La lésion des ligaments au cours de l'entorse de la cheville, entraîne une perturbation de la physiologie articulaire et nécessite un rétablissement anatomique de cette structure.

Malheureusement, la reconstruction se fait à partir de tissu cicatriciel qui est biologiquement et biomécaniquement inférieur au tissu qu'il remplace [5].

Grâce à leurs mécanorécepteurs, les ligaments jouent un rôle considérable dans la sensibilité proprioceptive : ils renseignent les centres nerveux sur la position respective des surfaces articulaires [61].

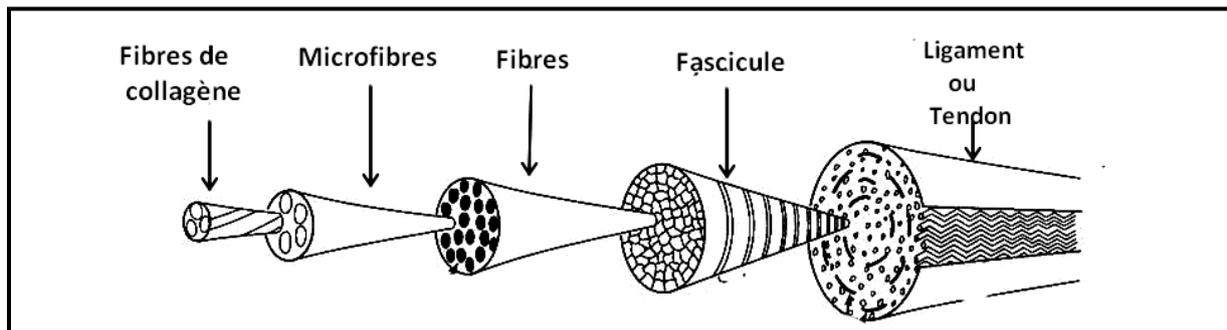


Figure 28. Structure du ligament ou du tendon selon Franck modifiée [5]

Le ligament a la même structure que celle des tendons mais de composition différente : Eau (60% à 80% du poids net), collagène (70% à 80% du poids sec), fibres, protéines et des fibroblastes.

Ils ont souvent une couche de recouvrement plus vasculaire appelée l'épiligament souvent indiscernable du ligament réel, et dont le retrait altère l'architecture fibreuse du ligament. La structure et la solidité du ligament sont constantes sur toute sa longueur [61].

Il présente une structure déformable, et son élongation peut atteindre 20 à 25% de sa longueur. La résistance maximale à la traction varie selon le ligament considéré, et s'échelonne entre 15 à 70 kg pour le ligament isolé, et l'élongation devient plus importante lorsqu'on considère l'appareil capsulo-ligamentaire dans son ensemble [5-61].

Les femmes auraient selon certaines études, une laxité ligamentaire latérale beaucoup plus importante que l'homme [65].

2. LES MECANORECEPTEURS

Des études faites sur des ligaments de cadavres, ont mis en évidence la présence de mécanorécepteurs dans la cheville [66-67].

Ils sont constamment présents, et se situent tout le long du ligament, dans le tissu conjonctif péri-ligamentaire, et dans des cloisons parallèles aux fibres ligamentaires (figures 29, 30).

Quatre types ont été identifiés selon la classification de Freeman and Wyke [67].

Type I (Ruffini), peu abondants dans les ligaments de la cheville, ils jouent probablement un rôle dans l'information du système nerveux sur la posture.

Type II (Pacini), communs à tous les ligaments de la cheville, doués de propriétés proprioceptives, leur rôle est probablement la détection de l'initiation du mouvement (figure 29).

Type III (Golgi) (figure 30), finement encapsulés, présents en grand nombre dans tous les ligaments. Ils réagissent dans les mouvements extrêmes de la cheville et alertent probablement le système nerveux central du danger imminent pour l'articulation.

Type IV : ce sont des terminaisons nerveuses libres responsables de la nociception.

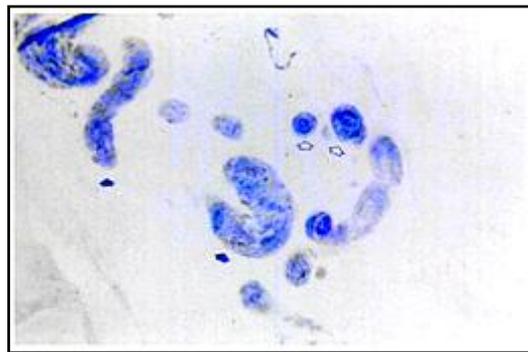
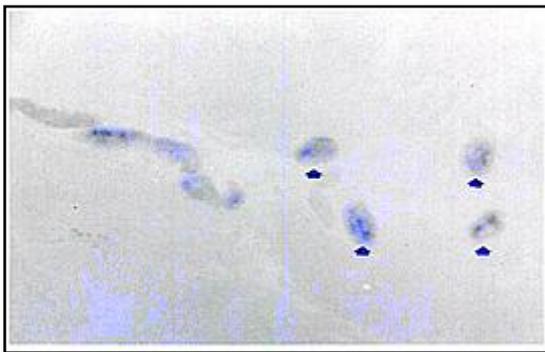


Figure 29. Mécanorécepteurs type II [66] **Figure 30.** Mécanorécepteurs type III [66]

La répartition par nombre de récepteurs dans les ligaments a été également rapportée dans la littérature et a donné les résultats illustrés par les figures (31, 32,33).

L'étude récente de Wu X Song [67] réalisée en 2015, ayant pour objectif l'analyse du modèle et des types des récepteurs sensoriels du ligament collatéral latéral de la cheville, a conclu que : les quatre types de mécanorécepteurs sont présents dans les ligaments, avec une prédominance des types II et III, ce qui indique que la fonction principale des ligaments collatéraux est de détecter la vitesse du mouvement articulaire et d'alerter le système nerveux central.

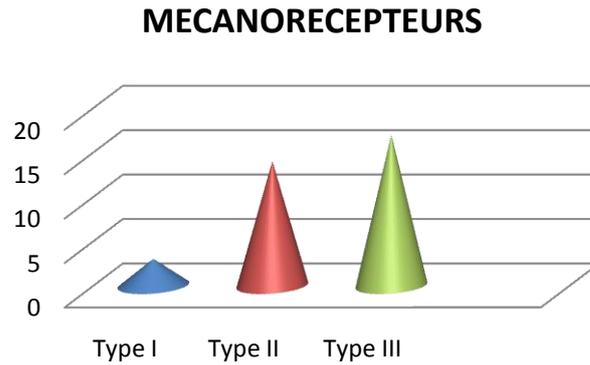


Figure 31. Graphique montrant la répartition des mécanorécepteurs dans les ligaments de la cheville. On remarque que le nombre des type II et III est plus important [66].

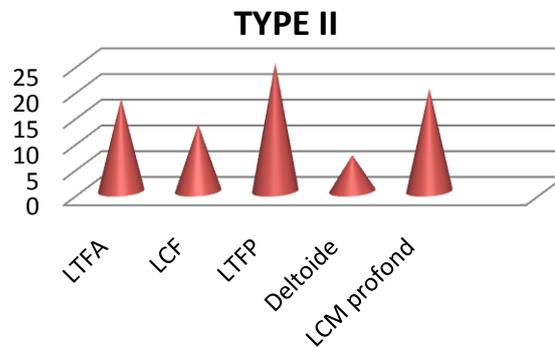


Figure 32. Graphique montrant la répartition anatomique des mécanorécepteurs type II dans les ligaments latéraux de la cheville [66].

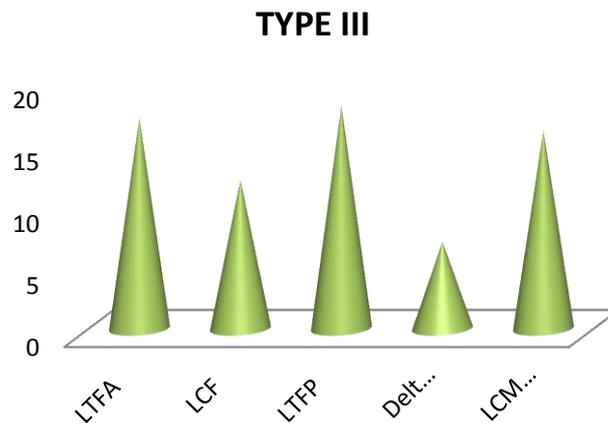


Figure 33. Graphique montrant la répartition anatomique des mécanorécepteurs type III dans les ligaments latéraux de la cheville [66].

On constate d'après ces graphiques modifiés de l'étude de Michelson, que la répartition des récepteurs de type II et III est similaire dans les ligaments collatéraux de la cheville,

exception faite pour le ligament deltoïde et le ligament calcanéo-fibulaire qui en sont plus pauvres [66].

La perte de la proprioception par atteinte des mécanorécepteurs, est l'une des causes de l'instabilité chronique fonctionnelle de la cheville après une entorse. Leur rôle est indéniable dans la transmission de l'information au système nerveux central. Ils interviennent également dans le tonus musculaire permettant ainsi une stabilité à la cheville, d'où le grand intérêt dans le travail proprioceptif après lésion ligamentaire [67].

Un seul nerf peut innover plusieurs types de mécanorécepteurs.

3. STRUCTURE DES TENDONS PÉRIARTICULAIRES DE LA CHEVILLE.

Les tendons sont des formations fibreuses constitués de faisceaux denses, flexibles, et résistants. Ils sont formés par des faisceaux primaires, secondaires et tertiaires [59].

L'unité tendineuse (figure 28) est recouverte par :

- Une première couche : l'épitenon formé par du tissu conjonctif qui contient des vaisseaux et des nerfs.
- Une deuxième couche : le paratenon.

Epitenon et paratenon forment le péri-tendon, et l'ensemble constitue une structure conjonctive importante dans la transmission latérale des forces entre les fibres musculaires.

Il existe 04 types de récepteurs dans les tendons :

- Type 1 : corpuscule de Ruffini, sensibles à la pression et à l'étirement.
- Type 2 : corpuscules de Vater-Paccini, activés au mouvement.
- Type 3 : organes tendineux de Golgi, permettent la régulation de la tension musculaire et coordonnent ainsi l'activité musculaire.
- Type 4 : terminaisons nerveuses libres nociceptives.

CHAPITRE-V

VARIATIONS ANATOMIQUES DES LIGAMENTS ET TENDONS DE LA CHEVILLE

4. VARIATIONS ANATOMIQUES DES LIGAMENTS

Les variations anatomiques des ligaments sont importantes à connaître car elles peuvent simuler certaines pathologies, parfois symptomatiques [68].

4.1. LE PLAN COLLATÉRAL LATÉRAL

4.1.1. Le faisceau talo-fibulaire antérieur (LTFA) (figure 34).

Il peut être dédoublé et présenté deux faisceaux, et occasionnellement trois selon les études de Sarrafian et Milner and Soames, ce qui peut être important pour déterminer la gravité de l'entorse [69-70].

Son origine peut être commune avec celle du faisceau moyen du ligament collatéral latéral dans 33% des cas, et il peut être absent selon [54].

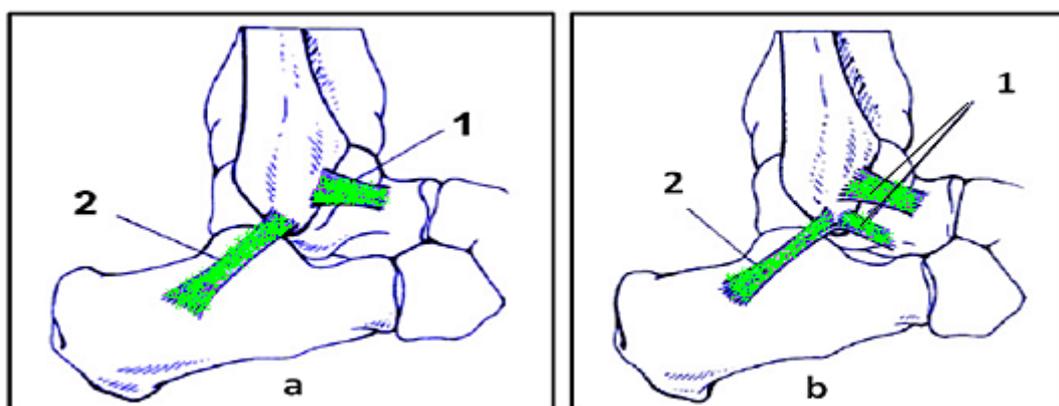


Figure 34. Variations anatomiques du LTFA (1)

Selon Wiersma PH, Griffion cité par Tourné [71]

1-LTFA ; 2-LCF

a. Un seul faisceau

b. Deux faisceaux

1.1.2. Le faisceau calcanéofibulaire (LCF) (figure 35).

Il peut être également dédoublé, ce qui détermine la gravité de l'entorse, sa terminaison sur le calcaneus est variable, et se fait soit en avant du tubercule des fibulaires soit en arrière [40].

Sa relation avec le ligament talo-calcanéen latéral a été étudiée :

Dans 35% des cas il est renforcé par ce ligament, dans 23% des cas il est indépendant de lui, et dans 42% des cas, le talo-calcanéen latéral est absent remplacé par un talo-calcanéen croisé antérieur. Dans ces cas, le ligament calcanéofibulaire joue un rôle plus important dans la stabilité de l'articulation sub-talienne [50].

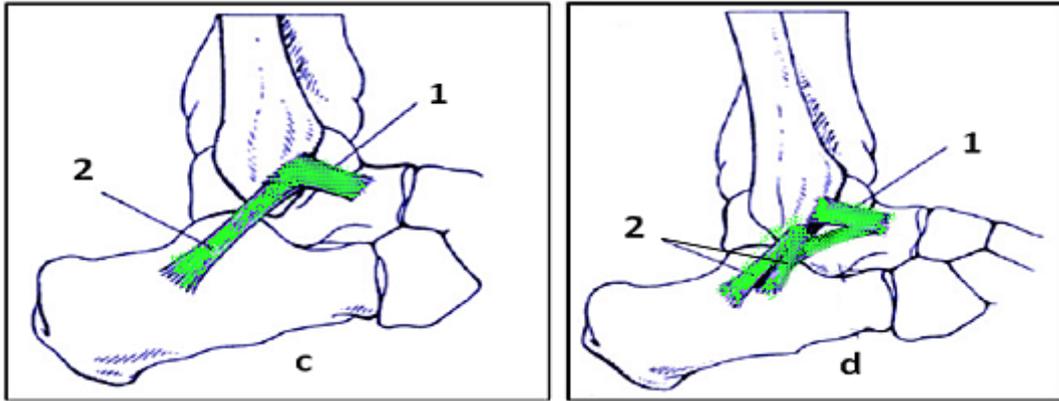


Figure 35. Variations anatomiques du LCF (2)

Selon Wiersma PH, Griffion cité par Tourné [71]

1-LTFA ; 2-LCF

c : origine fibulaire commune pour le LTFA (1) et le LCF (2).

d- deux faisceaux pour le LCF (2).

Dujarier (1924), a rapporté la présence d'un ligament accessoire (figure 36), le fibulo-calcanéen postérieur (ligament de Bessel-Hagen), situé en arrière du ligament calcanéo-fibulaire, et tendu de l'apex de la malléole latérale à la face latérale du calcaneus [72].

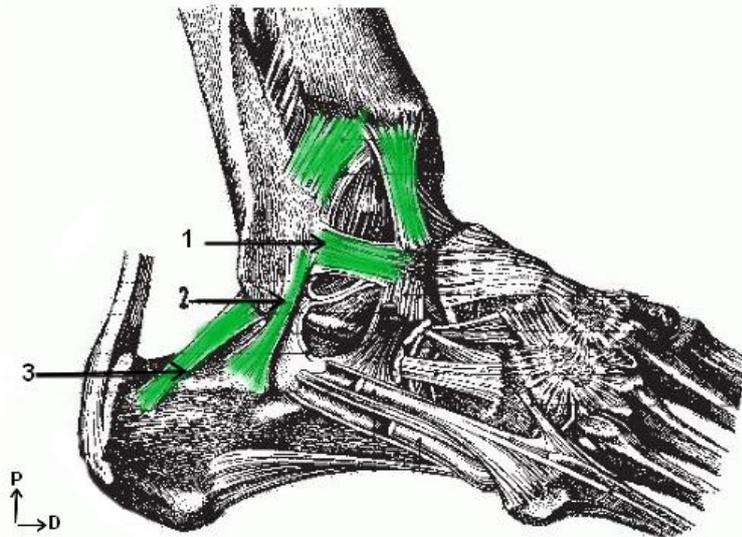


Figure 36. Vue latérale de la cheville montrant le ligament fibulo-calcanéen postérieur [72]

- 1- Ligament talo-fibulaire antérieur
- 2- Faisceau moyen du ligament collatéral latéral
- 3- Ligament fibulo-calcanéen postérieur (faisceau accessoire)

4.2. LE PLAN COLLATÉRAL MÉDIAL

Le nombre des fascicules qui le compose varie selon les auteurs : selon Milner and Soames et Sarrafian, il est composé de six bandes en continuité l'une avec l'autre, et réparties en deux plans (figure 37). Selon Paturet, il est composé de trois faisceaux superficiels formant le ligament deltoïde et deux faisceaux profonds (figure 38) [25-73].

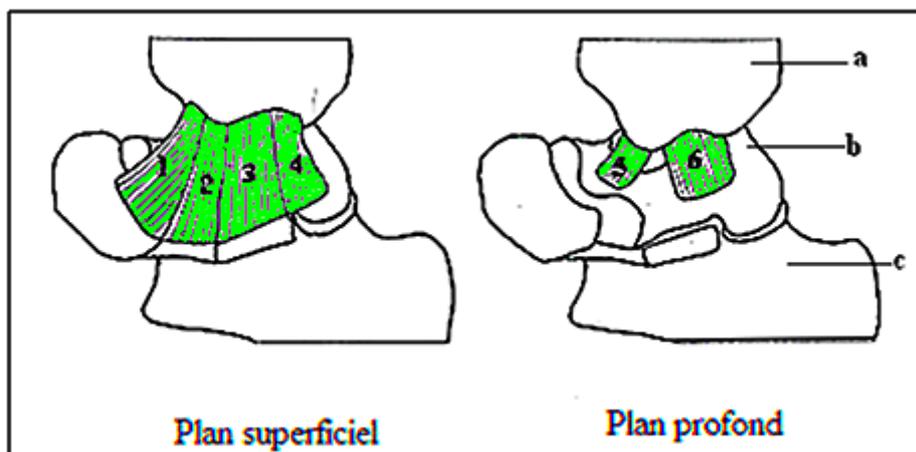


Figure 37. Variations anatomiques du LCM selon Sarrafian, Milner and Soames [25-73] (Six faisceaux)

a-Tibia
b-Talus
c-Calcaneus

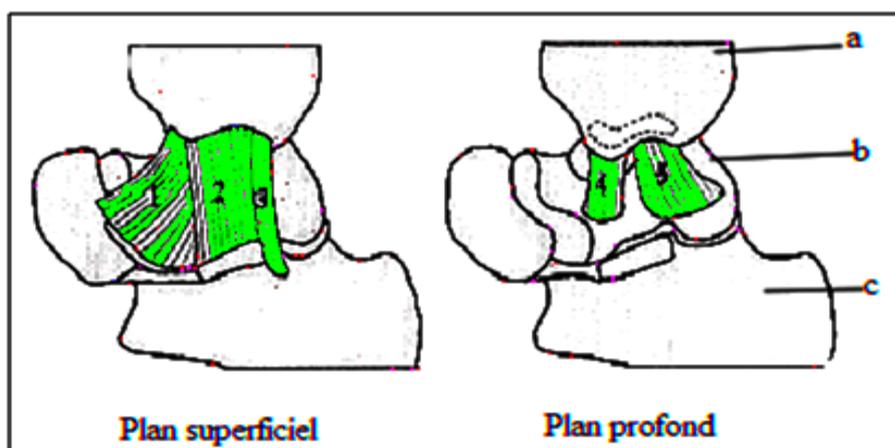


Figure 38. Variations anatomiques du LCM selon Paturet [31] (Cinq faisceaux)

- 1- Faisceau tibio-naviculaire
- 2- Tibio-spring ligament
- 3- Faisceau tibio-calcaneen
- 4- Faisceau tibio-talaire postérieur superficiel
- 5- Faisceau tibio-talaire antérieur profond
- 6- Faisceau tibio-talaire postérieur profond

4.3. LES LIGAMENTS DE L'ARTICULATION TIBIO-FIBULAIRE DISTALE

Plusieurs auteurs décrivent un faisceau accessoire, c'est le ligament tibio-fibulaire antéro-inférieur accessoire de Basset (figure 39), présent dans 20 à 90% des cas. Son insertion est distale et médiale [68-74].

Il est intra-articulaire et n'est pas recouvert par la synoviale. Il prend origine sur la partie ventro-latérale distale du tibia et se termine sur la partie ventro-médiale de la fibula.

Son contact avec le talus en position neutre explique souvent la douleur dans l'instabilité de la cheville. Il est important de le distinguer, car sa résection ne provoque pas d'instabilité et soulage le patient [44].

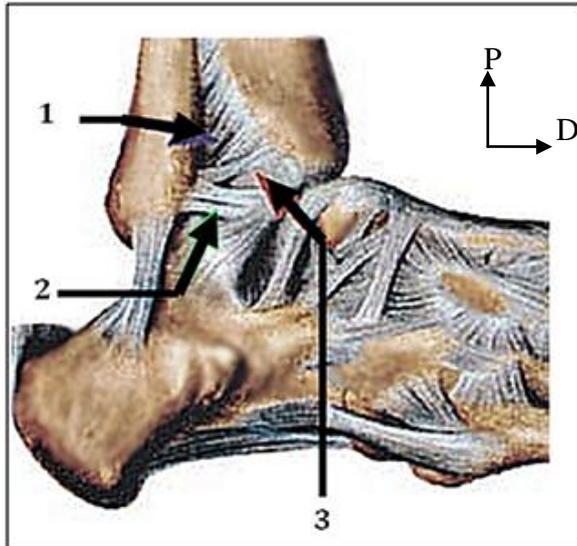


Figure 39. Faisceau accessoire du ligament tibio-fibulaire antéro-distal [68]

- 1- Ligament tibio-fibulaire antéro-distal
- 2- Ligament talo-fibulaire antérieur
- 3- Ligament de Basset

4.4. LE LIGAMENT INTERMALLÉOLAIRE POSTÉRIEUR

Sa prévalence est de 20 à 30%, bilatéral dans 20 % des cas, situé entre le ligament tibio-fibulaire postérieur en haut et le talo-fibulaire postérieur en bas (figure 40). Il s'étend de la fosse malléolaire latérale à la marge dorsale de la malléole médiale. Il peut être responsable d'un conflit postérieur particulièrement chez les danseurs qui mettent le pied en flexion plantaire extrême [68].

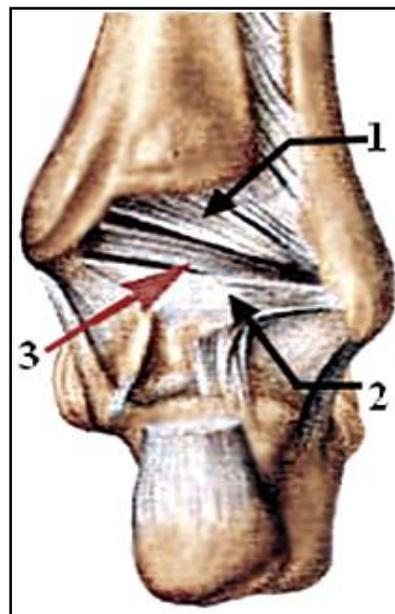


Figure 40. Ligament intermalléolaire postérieur [68]

- 1- Ligament tibio-fibulaire postérieur
- 2- Ligament talo-fibulaire postérieur
- 3- Ligament intermalléolaire postérieur

5. VARIATIONS ANATOMIQUES DES TENDONS

Le tendon bifide du muscle court fibulaire : accessory péronéus brévis tendon (prévalence inconnue): naît des deux tiers inférieurs de la face latérale de la fibula et se termine sur la tubérosité du cinquième métatarsien. Il peut être à l'origine d'un conflit dans la gouttière ostéo-fibreuse des fibulaires et simuler une luxation des fibulaires [68].

Le péronéus quartus ou quatrième fibulaire (10 à 20 %) prend ses origines sur les muscles fibulaires et se termine soit par un muscle, rarement par un tendon sur la face latérale du calcaneus. Il contribue aux phénomènes d'attrition et de subluxation des fibulaires [68].

Le péronéus tertius ou troisième fibulaire (40 %) naît du tiers inférieur de la face médiale de la fibula et se termine sur la base du cinquième métatarsien [68].

Pas de caractères pathogènes, il est utilisé dans les ligamentoplasties, *et joue un rôle important dans la proprioception en décelant une inversion soudaine et en se contractant pour protéger le ligament talo-fibulaire antérieur impliqué dans l'entorse* [75].

La Jonction myo-tendineuse basse du muscle court fibulaire : (prévalence inconnue), s'étend du tiers inférieur de la face latérale de la fibula à la tubérosité du cinquième métatarsien.

Responsable d'une pseudo-hypertrophie musculaire, et peut simuler une luxation des fibulaires [68].

Le Muscle accessorius ou muscle soléaire accessoire : (1 à 5%) de la face dorsale du tibia jusqu'à la face supérieure du calcaneus, ou la face médiale du calcaneus, ou la face médiale et supérieure du calcaneus et se termine rarement par fusion avec le muscle plantaire [68].

La Jonction myo-tendineuse basse du muscle long fléchisseur de l'hallux : (prévalence inconnue), des deux tiers inférieurs de la face dorsale de la fibula à la deuxième phalange de l'hallux.

Caractère pathogène : le plus souvent asymptomatique [68].

Le flexor digitorum accessorius longus ou muscle accessoire du long fléchisseur des orteils : (2 à 8 %), bilatéral dans 40 % des cas, naît sur le long fléchisseur de l'hallux, le tibia ou la fibula, présente une terminaison souvent commune avec celle du long fléchisseur des orteils ou celle du muscle fléchisseur accessoire des orteils [68].

Caractère pathogène : syndrome du tunnel tarsien par compression du nerf fibulaire latéral.

Le Péronéus calcaneus internus : muscle fibulo-calcaneen médial : (4 à 8 %) du tiers inférieur de la face médiale de la fibula jusqu'à la face médiale du calcaneus.

Caractère pathogène : susceptible de provoquer une compression du paquet vasculo-nerveux tibial postérieur [68].

Le Tibio-calcaneus internus muscle tibio-calcaneen médial : (prévalence inconnue), naît sur la crête médiale du tibia et/ou de l'aponévrose jambière profonde et se termine sur la face médiale du calcaneus [68].

CHAPITRE-VI

ANATOMIE FONCTIONNELLE DE L'ARTICULATION TALO-CRURALE

1. INTRODUCTION

La biomécanique de la cheville fait l'objet d'une recherche de pointe qui a pour objectif une meilleure connaissance de son anatomie, des contraintes auxquelles elle est soumise, des éléments qui la stabilisent et de son comportement durant la marche et l'exercice physique. Ce type de recherche est essentiel à l'amélioration des solutions chirurgicales, particulièrement à la conception des prothèses de cheville.

L'étude de la biomécanique de l'articulation talo-crurale ainsi qu'une analyse anatomique du comportement de la cheville au cours de la marche et au cours d'une activité sportive telle que la course, sont les éléments de ce chapitre.

2. BIOMÉCANIQUE DE LA CHEVILLE

Classiquement, l'articulation talo-crurale est définie comme étant une ginglyme (trochléenne) permettant l'orientation du pied, avec des mouvements de flexion plantaire/flexion dorsale autour d'un seul axe de liberté [34-36].

Rappelons que la position de référence et de fonction, met la plante du pied à angle droit avec l'axe de la jambe, et celle de repos est la flexion plantaire.

2.1. LES AXES DE LIBERTÉ

Selon Farabeuf, l'articulation talo-crurale est l'articulation reine du complexe articulaire de l'arrière-pied, et pour la plupart des anatomistes particulièrement les classiques, elle ne possède qu'un seul axe de liberté, transversal passant par la trochlée du talus et les deux malléoles. Oblique d'arrière en avant et de dedans en dehors dans un plan sagittal (figure 41), cet axe permet les mouvements de flexion plantaire/flexion dorsale [36].

Cependant, d'autres mouvements associés sont présents afin d'adapter le pied au terrain considéré.

L'axe de l'articulation talo-crurale a fait l'objet de plusieurs travaux et de controverses. Il est soit double, soit unique, soit variable. Cela peut s'expliquer par la forme du talus déjà évoquée, qui entraîne des mouvements ellipsoïdes du tenon talaire, mais aussi par les conditions dynamiques et la charge [3].

Selon Kapandji, la tibio-tarsienne, la sub-talienne et la médio-tarsienne forment une seule articulation à trois degrés de liberté (figure 42), permettant les mouvements de flexion dorsale/ flexion plantaire, pronation/supination, et adduction/ abduction [48].

Les trois axes étant :

- Axe transversal : frontal, passant par les deux malléoles : c'est l'axe de l'articulation tibio-tarsienne qui permet les mouvements de flexion plantaire /flexion dorsale.
- Axe longitudinal de la jambe : vertical, permettant les mouvements d'adduction/ abduction.
- Axe longitudinal du pied : horizontal, situé dans un plan sagittal, il permet les mouvements de pronation/supination.

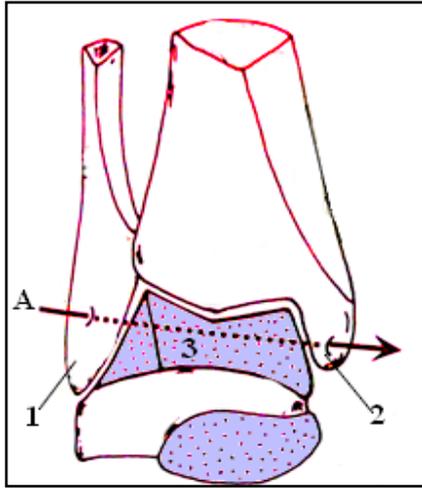


Figure 41 [76]

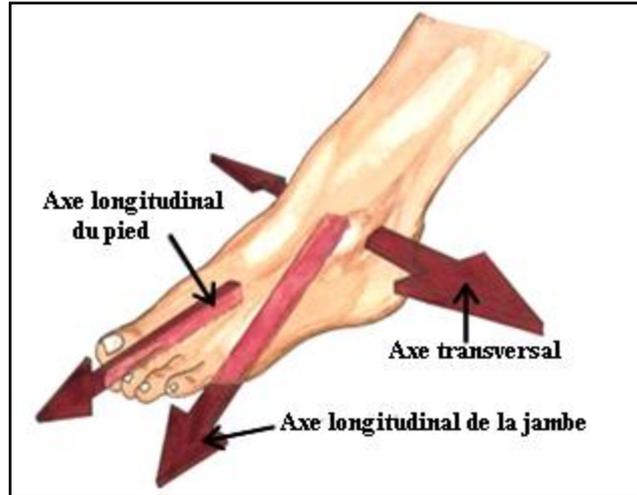


Figure 42 [48]

La **figure 41** montre le seul axe de mouvements de l'articulation talo-crurale (A) passant par les malléoles latérale et médiale (1 et 2) et par la trochlée du talus (3) selon les auteurs classiques [76].

La **figure 42** montre les trois axes de mouvements selon Kapandji [48].

2.2. LES MOUVEMENTS DE L'ARTICULATION TALO-CRURALE

2.2.1. Les mouvements principaux

- **La flexion dorsale** (flexion) rapproche le dos du pied de la face ventrale de la jambe, elle est de 20° à 30° (figure 43).

Dans ce mouvement, la partie ventrale du tenon talaire pénètre dans la mortaise tibio-fibulaire ; le tibia est écarté de la malléole latérale qui remonte en haut, la frange synoviale de l'articulation tibio-fibulaire distale comble l'intervalle entre les deux os.

Ce mouvement est limité par la mise en tension des faisceaux postérieurs des ligaments latéraux, de la capsule dorsale, du tendon calcanéen et par la butée du col du talus sur le bord ventral du pilon tibial [34-37].

En cas de flexion dorsale forcée le tibia touche le col du talus.

- **La flexion plantaire** (extension) place le pied dans le prolongement de la jambe et éloigne la face dorsale du pied de la face ventrale de la jambe, elle est de 40° à 50° .

Dans ce mouvement, la mortaise tibio-fibulaire entre en contact avec la partie la plus étroite du tenon talaire, la malléole latérale se rapproche du tibia, la frange synoviale est refoulée vers la cavité tibio-talienne (figure 43).

Cette position permet des mouvements de latéralité : d'adduction et d'abduction d'environ 5° avec sensation de ballotement du talus, qui augmente en cas de dislocation de la mortaise tibio-fibulaire ou de diastasis tibio-fibulaire. Ce mouvement est limité par la tension des faisceaux antérieurs des ligaments latéraux, de la capsule antérieure, des muscles extenseurs de la cheville et du pied, et par la butée du tubercule dorsal du talus sur la malléole dorsale. En cas de flexion plantaire forcée, le bord dorsal du tibia peut heurter le tubercule latéral de la face dorsale du talus [34-37].

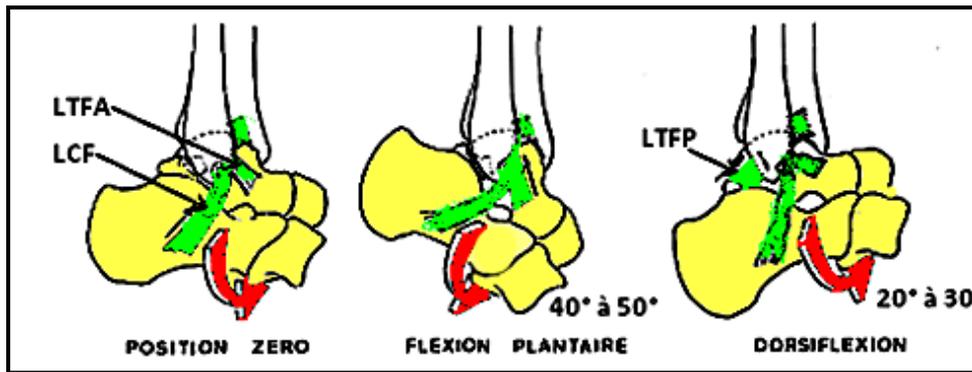


Figure 43. Mouvements principaux de la cheville et la position de référence [37]

2.2.2. Les mouvements associés

- **Adduction /Abduction** (rotation médiale et latérale) : lors du passage de la flexion plantaire à la flexion dorsale, un mouvement de rotation du talus s'effectue autour d'un axe vertical dans un plan transversal (figure 44) :

- En flexion dorsale : on a une rotation latérale ou abduction.
- En flexion plantaire : on a une rotation médiale ou adduction.

L'amplitude varie selon les auteurs, elle est de 5° à 6° pour Close, et de 18° pour Mc Cullough. Pour Lunderberg, le talus effectue ces mouvements de rotation sans flexion de la talo-crutale, et considère la cheville comme articulation à deux degrés de liberté [77-78-79].

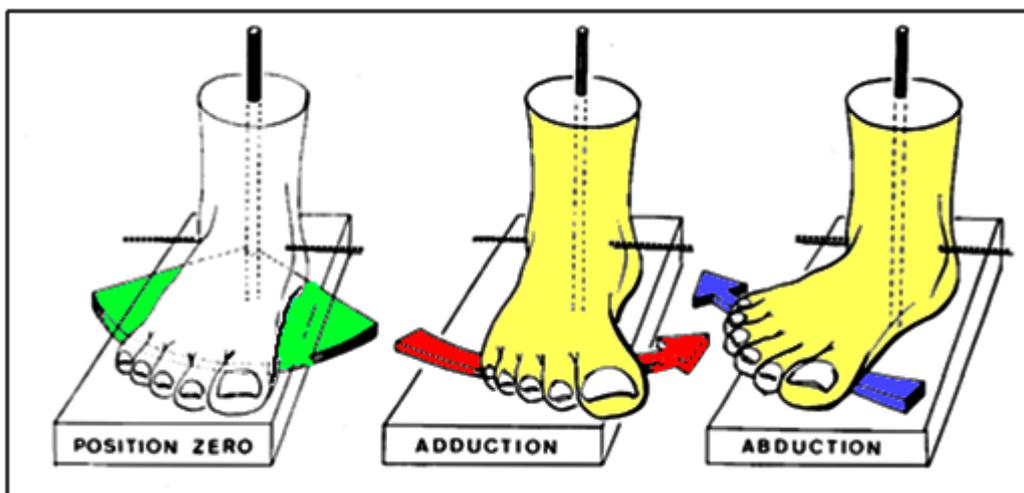


Figure 44. Mouvements associés d'adduction/abduction [37]

- **Pronation/Supination** : l'observation des mouvements de flexion du talus sur le tibia, démontre que le passage de la flexion plantaire à la flexion dorsale donne une abduction avec pronation de 3° à 5° et à l'inverse, le passage de la flexion dorsale à la flexion plantaire donne une adduction avec une supination de 3° à 5° (figure 45). Les amplitudes varient selon la différence des rayons de courbure des cercles ; médial et latéral du talus et de son angle d'inclinaison. Plus la différence est importante plus le degré de tension ligamentaire est important ce qui peut être un élément d'instabilité de la cheville [3].

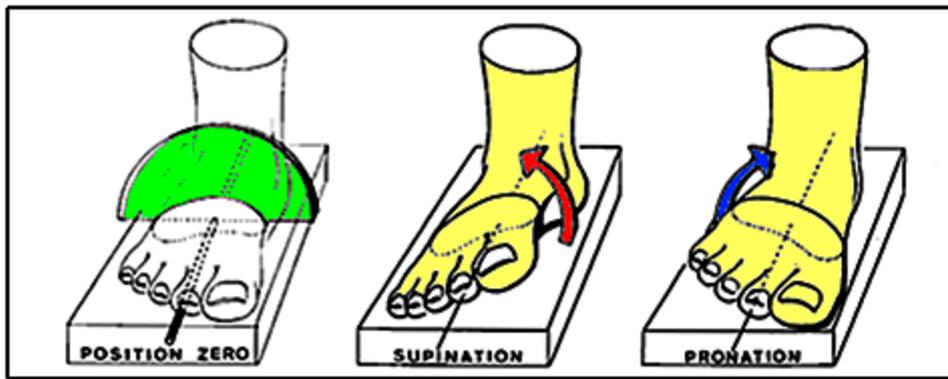


Figure 45. Mouvements associés de pronation/supination [37]

2.3. LES MOUVEMENTS DES ARTICULATIONS TIBIO-FIBULAIRES

-L'**articulation tibio-fibulaire distale** la plus intéressée, intervient en entraînant en flexion dorsale, un écartement des deux malléoles avec élévation et rotation de la malléole latérale et horizontalisation des ligaments tibio-fibulaires et interosseux. En flexion plantaire on observe un rapprochement des deux malléoles avec abaissement et rotation de la malléole latérale et verticalisation des ligaments tibio-fibulaires distaux (figure 46) [37].

-L'**articulation tibio-fibulaire proximale** participe par des déplacements faibles. En flexion plantaire, la facette fibulaire monte, en flexion dorsale nous avons le mouvement inverse [37].

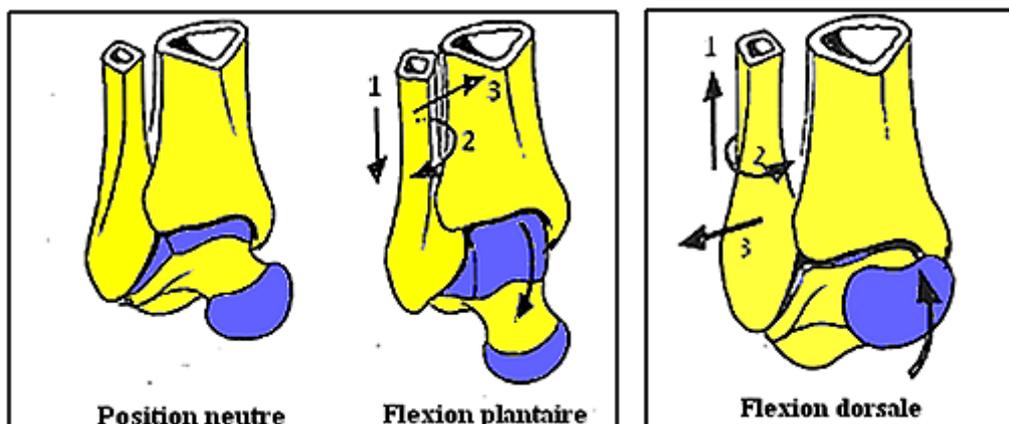


Figure 46. Mouvements de l'articulation tibio-fibulaire distale [37]

En flexion plantaire : 1.Abaissement de la fibula, 2.Rotation latérale, 3.Rapprochement des deux malléoles.

En flexion dorsale : 1.Elévation de la fibula, 2.Rotation médiale, 3.Ecartement des deux malléoles.

2.4. RÔLE DES LIGAMENTS DE LA CHEVILLE

Le mouvement articulaire harmonieux nécessite une parfaite adaptation entre les surfaces articulaires et les ligaments. Ces derniers sont répartis en deux catégories :

- Les ligaments mono-articulaires intéressant l'articulation talo-crutale, et représentés par les ligaments tibio-talaires et fibulo-talaires.

- Les ligaments bi-articulaires agissant sur les articulations talo-crurale et sub-talaire, et représentés par les ligaments fibulo-calcanéen, et talo-calcanéen [40-71].

2.4.1. Rôle des ligaments de la syndesmose tibio-fibulaire

Ils assurent la stabilité rotationnelle et sagittale de la cheville, leur section entraîne une augmentation de la charge sur le côté tibial d'où cisaillement et sollicitations anormales.

2.4.2. Rôle des ligaments collatéraux

- Le faisceau antérieur stabilise la cheville en flexion plantaire, il est peu sollicité en flexion dorsale, et protège de la subluxation du talus en avant.
- Le faisceau moyen ne limite ni la flexion plantaire ni la flexion dorsale, se tend en varus.
- Le faisceau postérieur se tend en flexion dorsale et limite la rotation médiale du tibia.
- Le ligament collatéral médial : le faisceau profond, limite les mouvements d'abduction du pied, le faisceau superficiel limite la flexion plantaire et la rotation médiale par ses fibres ventrales, l'abduction par ses fibres moyennes, et la flexion dorsale et la rotation latérale par ses fibres postérieures.

Le contrôle de la position du talus sur le calcaneus fixé au sol est assuré par le ligament talo-calcanéen interosseux.

2.5. RÔLE DES MUSCLES MOTEURS DE LA CHEVILLE

Le contrôle moteur de la cheville est assuré principalement par les muscles longs extrinsèques de la jambe et accessoirement, par les muscles intrinsèques du pied. Grâce aux mécanorécepteurs qu'ils contiennent, ils sont informés en temps réel de la vitesse du mouvement, de l'état du sol et des reliefs [71].

Les muscles qui contrôlent la mobilité de la cheville sont :

- Le muscle tibial antérieur : assure la flexion dorsale et la supination, et freine l'aplatissement du pied au sol.
- Les muscles : long fléchisseur des orteils et long fléchisseur de l'hallux sont des fléchisseurs plantaires et supinateurs, et agissent en synergie sur le calcaneus.
- Le muscle triceps sural est puissant, il est fléchisseur plantaire, adducteur et rotateur médial du pied. Il intervient dans les deux phases de la marche : en appui, en maintenant le talon au sol et en propulsion.

Les muscles stabilisateurs de l'appui sont :

- Latéralement, les muscles fibulaires agissent en phase portante. Ils sont abducteurs, et fléchisseurs plantaires du pied.
- Le muscle tibial postérieur est fléchisseur plantaire, adducteur et supinateur du pied. Son rôle est important dans le contrôle des mouvements d'éversion et d'inversion, et agit en synergie avec les muscles fibulaires [47-71].
- Les muscles extenseurs sont fléchisseurs dorsaux, et en plus, supinateurs pour le muscle long extenseur des orteils.

Les muscles intrinsèques particulièrement ceux qui s'insèrent sur le calcaneus, contrôlent le serrage du pied à la fin de la phase portante [71].

2.6. BIOMÉCANIQUE DU TALUS

La trochlée du talus possède des caractéristiques anatomiques particulières qui expliquent la physiologie articulaire de la cheville [3].

En effet, chaque élément du talus : trochlée, col et tête est orienté selon sa fonction :

- La trochlée, qui commande les mouvements de flexion plantaire/flexion dorsale de la cheville, regarde dans l'axe du pied, soit en avant et en dehors.
- Le col et la tête, transmettent les contraintes de la jambe aux trois rayons médiaux, regardent vers l'os naviculaire et les os cunéiformes qui répartissent les forces.
- La surface articulaire inférieure du talus, transmet la moitié des forces issues de la jambe au tubercule dorsal du calcaneus, d'où sa taille et sa direction.

Selon Tourné, les travaux de recherche s'intéressant à la biomécanique de la cheville et particulièrement à celle du talus, ont démontré la présence de trois courbures sur les bords de la trochlée talaire, et dont la présence est fondamentale dans la réalisation des mouvements (figure 47)[71].

Deux courbures sont situées sur le bord latéral, elles délimitent en arrière une marge triangulaire, taillée en biseau. La troisième courbure est médiale, parallèle au plan sagittal.

La présence de la marge triangulaire sur le bord latéral explique l'aspect plus large en avant qu'en arrière et légèrement incurvé en dedans de la trochlée, ce qui détermine un encastrement en coin du talus dans la pince bimalléolaire et constitue un facteur de stabilité.

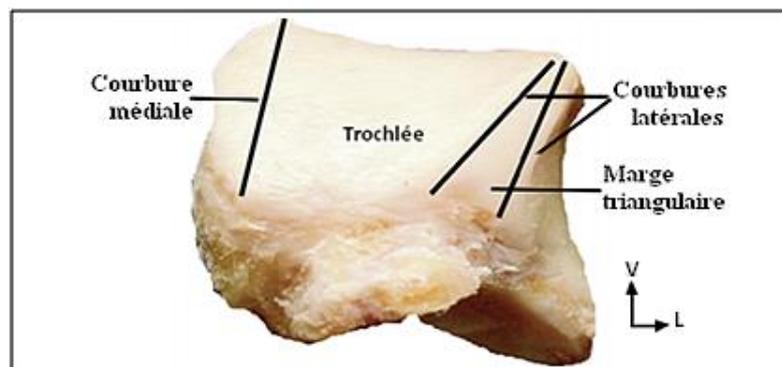


Figure 47. Courbures de la trochlée talaire [71]

Les trois rayons de courbures déterminent deux types de mouvements : un mouvement de rotation et un mouvement de rotation/glissement qui peuvent s'associer. De ce fait, la cheville est considérée par certains auteurs comme une articulation complexe à trois degrés de liberté qui seraient en réalité, des mouvements de rotations se produisant autour des trois axes : vertical, transversal et ventro-dorsal [3-71].

3. LES BASES ANATOMIQUES DE LA STABILITÉ DE LA CHEVILLE

La stabilité anatomique de la cheville est assurée par deux systèmes : un système passif (ostéo-capsulo-ligamentaire), et un système actif (musculaire). Elle comprend : la stabilité ventro-dorsale, la stabilité transversale, et la stabilité rotationnelle [32-48].

La stabilité de la cheville ne doit pas se limiter uniquement aux ligaments de l'articulation talo-crurale, mais également aux ligaments de l'articulation sub-talaire.

Un point anatomique important est l'orientation des faisceaux ligamentaires, qui permet un verrouillage tridimensionnel, complété par un système actif myo-aponévrotique [3].

3.1. LA STABILITÉ VENTRO-DORSALE (antéro-postérieure):

Elle s'effectue dans un plan sagittal et permet d'éviter les glissements du talus lors de la marche. La coaptation des surfaces articulaires est assurée par :

- La pesanteur qui applique le talus sur le pilon tibial.
- Les marges ventrale et dorsale du pilon tibial qui empêchent la fuite de la trochlée.
- Les ligaments latéraux qui assurent la coaptation passive et les tendons qui assurent la coaptation active.

En flexion dorsale (attaque du pas), les éléments stabilisateurs qui empêchent le déplacement du talus vers l'avant sont : la marge tibiale ventrale, les faisceaux antérieurs des ligaments collatéraux et les muscles de la loge ventrale, dont le rôle est plus important que celui des ligaments.

En flexion plantaire (propulsion), les éléments stabilisateurs qui empêchent le déplacement du talus vers l'arrière sont : la marge tibiale dorsale, les faisceaux postérieurs des ligaments collatéraux et les muscles tibial postérieur et long fléchisseur de l'hallux.

3.2. LA STABILITÉ ROTATIONNELLE :

Elle se fait dans un plan horizontal. On a plusieurs éléments stabilisateurs :

- Les stabilisateurs osseux : la pince bimalléolaire plus ouverte en avant, permet des mouvements d'adduction/abduction, la mortaise est ainsi maintenue par le ligament tibio-fibulaire antérieur distal, car il est court et joue un rôle élastique dans le resserrement de la pince.
- Les stabilisateurs ligamentaires sont les faisceaux antérieurs et postérieurs des ligaments collatéraux.
- Les stabilisateurs musculaires : aucun muscle n'agit directement, seul le muscle tibial postérieur agit indirectement dans le resserrement de la pince tibio-fibulaire.

3.3. LA STABILITÉ TRANSVERSALE :

Elle permet d'éviter les mouvements de prono-supination responsables **des entorses**. Elle est assurée par les stabilisateurs latéraux, puissants, qui s'opposent aux mouvements, et par l'encastrement étroit du tenon du talus dans la pince bimalléolaire. Ceci impose l'intégrité des deux malléoles, des ligaments tibio-fibulaires distaux et des ligaments collatéraux.

Elle est assurée par :

Les freins passifs de la pince : les ligaments tibio-fibulaire distaux jouent un rôle de sangle élastique qui va appliquer la surface articulaire fibulaire contre la surface articulaire talaire, et cela quelle que soit la position de l'articulation talo-crutale.

Les freins actifs de la pince : essentiellement, le muscle tibial postérieur mais aussi les muscles : triceps sural, fléchisseurs des orteils et les muscles fibulaires.

Les freins passifs latéraux :

Le ligament collatéral latéral est un stabilisateur de la sub-talaire qui va agir au niveau du talus en empêchant les varus :

- Quand le pied est à 90°, c'est le ligament calcanéo-fibulaire qui agit.
- Quand le pied est en flexion plantaire, c'est le ligament talo-fibulaire antérieur.
- Quand le pied est en flexion dorsale, c'est le ligament talo-fibulaire postérieur.

Les freins actifs latéraux :

- Latéralement, les tendons des muscles fibulaires notamment le long fibulaire.
- Médialement, les tendons des muscles postérieurs.

4. ANALYSE ANATOMIQUE DE LA MARCHÉ

4.1. DEFINITION

La marche est le mode habituel de locomotion chez l'homme, lui permettant de se déplacer en position verticale érigée tout en se maintenant en équilibre. Elle sollicite les deux membres pelviens et consiste à mettre un pied devant l'autre de manière alternée et répétée [80].

4.2. MÉCANIQUE ARTICULAIRE DE LA MARCHÉ

La marche fait intervenir non seulement, l'ensemble des articulations du membre pelvien mais également toutes les articulations du pied. Celles-ci permettent l'adaptation aux différents reliefs avec une capacité de verrouillage et de déverrouillage du pied, et augmentent ainsi la mobilité et les possibilités de mouvement [80] :

- L'articulation talo-crurale : indissociable de l'articulation sub-talaire, elle assure l'adaptabilité au sol.
- L'articulation sub-talienne : double trochoïde inversée, permet deux grands types de mouvements dans le plan frontal : l'inversion et l'éversion selon l'axe de Henke.
- Les articulations médio-tarsiennes : de faible degré de liberté, elles harmonisent et amplifient les amplitudes des mouvements de la sub-talienne.
- La tarso-métatarsienne : permet la régulation des métatarses au sol.
- Les métatarso-phalangiennes : permettent les mouvements des orteils, particulièrement l'hallux pour la propulsion.

4.3. LE CYCLE DE LA MARCHÉ

Selon la description codifiée sur le plan international, le cycle de la marche débute par le premier contact du pied et se termine par le nouveau contact de ce même pied avec le sol. Il comprend deux phases : une phase d'appui et une phase oscillante et quatre temps (figure 48) [11].

La phase d'appui : correspond à toute la période où le pied est en contact avec le sol. Elle représente 10 à 60% du cycle.

La phase oscillante : correspond à toute la période où le pied n'est plus en contact du sol. Elle représente 60 à 100% du cycle.

Les quatre temps de la marche sont (membre pelvien droit) :

Le premier double appui de réception : représente 10% à 15% du cycle. Il commence par une attaque du talon, suivi d'un rabattement du pied droit sur sol, une verticalisation de la jambe droite, et enfin, un décollement de la pointe du pied gauche qui quitte le sol.

Le premier appui unilatéral : représente 35% à 40% du cycle. Le membre pelvien droit est portant alors que le gauche est oscillant.

Le deuxième double appui : 10 % à 15% du cycle. Identique au premier double appui, sauf que le membre pelvien droit est devenu d'élan et postérieur, alors que le gauche est de réception/freinage et il est antérieur.

Le deuxième appui unilatéral oscillant: 35% à 40% du cycle. Calquée sur le premier appui unilatéral, le membre pelvien droit est maintenant oscillant et le gauche est portant.

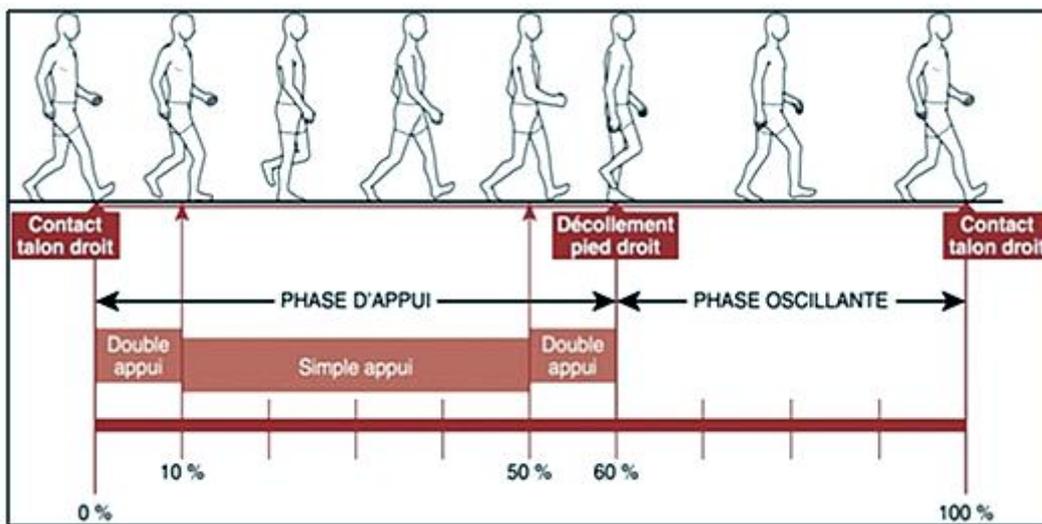


Figure 48. Les cycles de la marche [11]

4.4. RÔLE DES MUSCLES PENDANT LA MARCHÉ

Les principaux muscles qui interviennent lors de la marche et agissent sur les trois articulations concernées (Hanche, Genou et Cheville) [81] sont :

- Le muscle glutéus médius : stabilisateur du bassin.
- Le muscle quadriceps : extenseur du genou.
- Les muscles ischio-jambiers : fléchisseurs de la jambe.
- Le muscle triceps sural est extenseur de la cheville, stabilisateur de la jambe en position debout, et propulseur.
- Le muscle tibial antérieur : releveur du pied.

4.5. METHODES D'ANALYSE DE LA MARCHÉ [11]

- L'analyse visuelle complétée par une analyse vidéographique.
- L'analyse temporo-spatiale : c'est l'étude des paramètres spatiaux et temporeux par des outils spécifiques tels que le locomètre, le chronomètre, l'accéléromètre...
- L'analyse quantitative de la marche : c'est l'analyse combinée et synchronisée des données cinématiques, cinétiques et l'électromyographie dynamique de la marche.

- Les données cliniques complétées par des données radiologiques du patient.
- D'autres méthodes radiologiques de mesures tridimensionnelles, la baropodométrie dynamique et plus récemment l'IRM dynamique sont utilisées.

4.6. COMPORTEMENT DE LA CHEVILLE PENDANT LA MARCHÉ

L'articulation talo-crurale est fonctionnellement couplée au complexe articulaire de l'arrière-pied et du médio-pied, formant le complexe articulaire connu sous le nom de couple de torsion (figure 49) [37].

Elle est fondamentale dans le maintien de l'équilibre statique et dynamique.

Son rôle est particulièrement important dans le contrôle de la marche notamment la vitesse du déplacement, et 10 à 15° de flexion dorsale et 15° à 20° de flexion plantaire sont nécessaires pour une marche normale [11].

La cheville est le deuxième pivot du mouvement, interposé entre le talon et le médio-pied. Elle supporte quatre à cinq fois le poids du corps pendant la marche, et cette charge double ou triple au cours de certaines activités sportives telles que le saut ou la course [81].

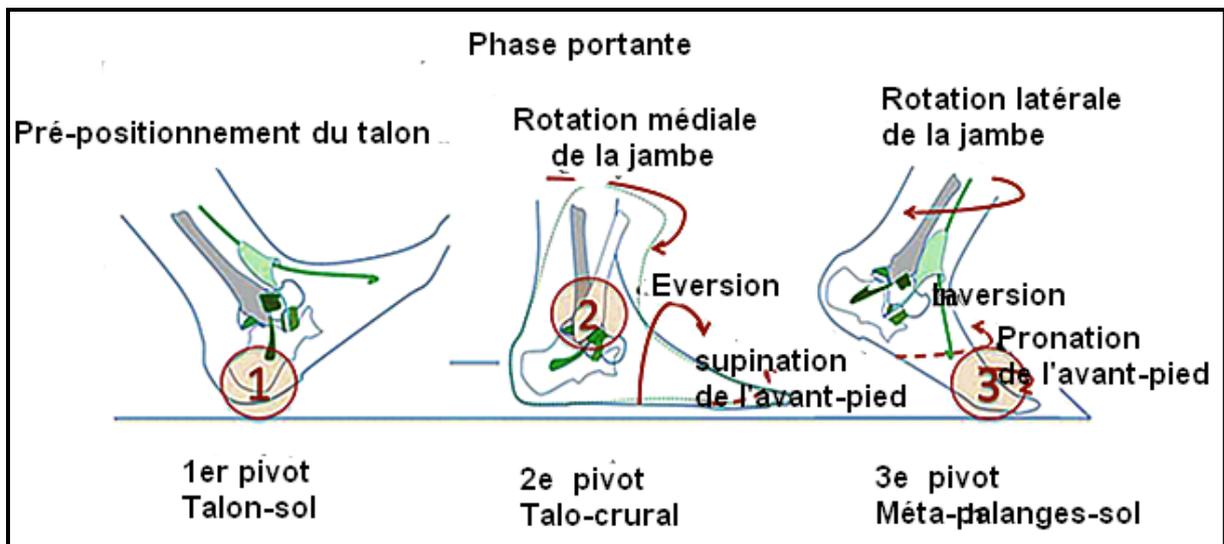


Figure 49. Cycles de la marche de la cheville [71]

4.6.1. En phase portante

L'attaque du talon au sol très brève (40 ms), fait passer la cheville d'une flexion dorsale de 10° à 15° à un angle droit.

Le décollement du talon entraîne une flexion plantaire de 15° à 20° d'environ (300 ms) qui accompagne l'avancée du tibia.

A ces mouvements, s'ajoute une éversion de l'articulation sub-talaire qui accompagne la flexion dorsale et inversement pour la flexion plantaire.

Ceci s'explique par l'existence des fibres communes isométriques reliant l'articulation sub-talaire aux malléoles (ligament fibulo-calcanéen et faisceaux antérieurs du ligament deltoïde superficiel) [82].

Pour avoir une bonne stabilité de la cheville en statique, les deux articulations talo-crurale et sub-talaire doivent être superposées et alignées à la jambe. Cependant le talon est déséquilibré par un léger valgus à cause de sa médialisation par rapport au calcaneus. Sa rééquilibration est assurée d'une part, par les faisceaux du ligament deltoïde qui résistent passivement à cette position, et d'autre part, et activement par le muscle tibial postérieur.

De même, l'orientation des ligaments collatéraux de la cheville est un élément de résistance aux contraintes rotatoires, de varus et de valgus.

En conditions dynamiques, c'est l'appui de l'avant-pied qui est prédominant. Il conditionne l'adaptation articulaire sus-jacente, particulièrement les articulations du médio-pied [83].

Les charges sur la cheville sont importantes au début de la phase portante, c'est-à-dire à l'attaque du talon, et avant le décollement des orteils et, la cheville y est particulièrement vulnérable se trouvant en instabilité potentielle [81] :

- A son début, lors du choc talonnier car non protégé par les muscles.
- A sa fin, avant le décollement des orteils car le pied se met en inversion active nécessaire à la propulsion, et qui entraîne en même temps une rotation latérale du membre pelvien.

La stabilité de la cheville augmente en pleine charge quand la congruence articulaire est maximale, le talus étant bien serré dans la mortaise par une rotation axiale de la fibula.

4.6.2. En phase oscillante

La cheville revient en position neutre pour un nouveau démarrage.

4.7. COMPORTEMENT DE LA CHEVILLE PENDANT LA COURSE

La course à pied est un sport d'endurance et de puissance par excellence, qui sollicite toutes les parties anatomiques du corps humain. Les articulations du membre pelvien font la plus grande partie du travail et sont donc les plus vulnérables et les plus exposées aux blessures [71-81].

La cheville particulièrement est la plus touchée de par son contact avec le sol, et l'entorse, est la blessure la plus fréquente. La charge sur la cheville est d'environ douze fois le poids du corps. Pendant la course, le pied déroule les pas rapidement, on parle alors de foulée. Les bras de leviers changent, et le contact avec le sol se fait directement du talon vers l'avant pied. Les phases de double appui sont remplacées par deux phases de lévitation ou les pieds perdent le contact avec le sol (figure 50).

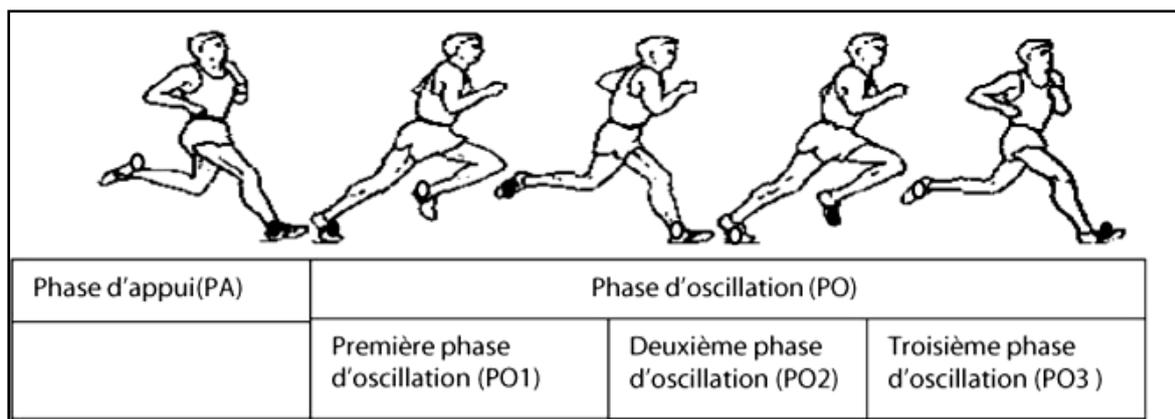


Figure 50. Cycles de la foulée [84]

4.7.1. Les muscles actifs lors de la course à pied

Les muscles gastronémiens : agissent sur la flexion du genou et sur la flexion plantaire. Ils ont un rôle majeur au cours de la propulsion dans la course.

Le muscle tibial antérieur : il relève le pied et participe à la supination et l'adduction de la cheville.

Le muscle biceps fémoral : la longue portion de ce muscle est classiquement définie comme un extenseur de la hanche et un fléchisseur du genou.

Le muscle vaste latéral : assure l'extension du genou et le contrôle de la flexion du genou.

Le muscle rectus fémoris : selon Kapandji, ce muscle ne représente que le un cinquième de la force totale du quadriceps, mais, bi-articulaire, il agit à la fois comme fléchisseur de la hanche et extenseur du genou.

Le muscle glutéus maximus : contribue avec les muscles ischio-jambiers à minimiser la perte de la vitesse horizontale au moment du contact au sol.

Lors de la course, il existe une pré-activation des fibulaires afin de pré-verrouiller le complexe articulaire pour l'atterrissage et lutter contre la contrainte varisante. Cette pré-activation peut devenir pathologique chez les sujets présentant une instabilité chronique et être la cause de nouveaux accidents [71].

CHAPITRE-VII

ETUDE CLINIQUE

TRAUMATISME DU COMPLEXE CAPSULO-LIGAMENTAIRE

L'ENTORSE DE LA CHEVILLE

1. INTRODUCTION

L'entorse se définit comme étant un traumatisme articulaire, qui résulte d'une distorsion brusque avec élongation ou arrachement des ligaments sans déplacement permanent des surfaces articulaires, ou par « une distension violente et subite des ligaments et des parties molles qui entourent une articulation », ou encore comme « une torsion ou élongation violente d'une articulation, sans luxation, qui peut entraîner la rupture d'un ligament ou de fibres musculaires voisines » [85-86].

Elle peut toucher toutes les catégories de la population, du sportif au sédentaire, de l'enfant à l'adulte, femme ou homme, au cours d'une activité sportive, d'un accident de la voie publique ou tout simplement au cours de la marche.

Son incidence journalière est de 1 cas pour 10000 habitants, et elle représente 15 à 20% des traumatismes sportifs. Sa fréquence est estimée à 6000 cas par jour en France, et à 24000 au États-Unis [87-88].

De par sa fréquence, c'est l'enjeu économique qui est important par le choix des examens complémentaires (radiologie, échographie arthroscanner etc....) et celui de la stratégie thérapeutique : le traitement chirurgical étant le plus coûteux.

Les causes de sa survenue et de sa récurrence restent encore mal connues, et de nombreuses études ont été réalisées pour définir les éléments qui prédisposent à l'entorse ou à sa récurrence sans pour autant arriver à un consensus [89].

Selon Hertel, des causes d'instabilité, innées ou acquises peuvent engendrer des entorses. Les mécanismes intervenant dans un premier épisode d'entorse ne semblent pas différents des causes conduisant à l'instabilité chronique de la cheville [87].

En 1991, Kannus a mis en avant l'intérêt du traitement fonctionnel par rapport au traitement orthopédique et chirurgical, et à la suite de son étude, un panorama thérapeutique fut proposé [14-90].

2. ÉTIOLOGIES

Selon les études faites, les causes probables sont réparties en deux volets : intrinsèques et extrinsèques [89-91].

2.1. LES FACTEURS INTRINSÈQUES.

2.1.1. Causes mécaniques

- Les facteurs osseux : morphologie en tronc de cône du talus, son inclinaison supérieure à 5°, et la position postérieure de la fibula par rapport au talus [92].
- Les facteurs capsulo-ligamentaires : selon Dufour, l'innervation sensitive de la partie latérale de la capsule par le nerf sural pourrait expliquer la prédisposition à l'entorse latérale de la cheville.

- La laxité locale serait pour certains, un facteur prédisposant, car elle modifie la contribution des mécanorécepteurs et compromet ainsi la stabilité. Pour d'autres la laxité articulaire n'a pas de valeur prédictive pour l'entorse de la cheville.
- La position du centre de pression par rapport à l'articulation sub-talaire lors de l'impact du pied au sol, étudiée par Fuller montre que l'augmentation de la force de la réaction du sol augmente au moment de la supination.
- L'alignement de l'arrière-pied avec le membre pelvien est important dans l'évaluation des facteurs de risque [93].

La littérature est divisée quant à savoir si une entorse précédente prédispose à une récurrence. Une des études prospectives réalisée par Ekstrand et Gillquist, a signalé un risque accru de blessure du ligament latéral chez les athlètes qui avaient souffert d'une entorse [94].

2.1.2. Causes neuromusculaires

- Les déficits ou insuffisances proprioceptifs étudiés par Freeman et Al qui résultent d'une atteinte des mécanorécepteurs des ligaments, sont incriminés.
- Le temps de réaction musculaire peut jouer un rôle dans la réalisation de l'entorse selon l'étude faite par l'équipe de Beynon dans un groupe de femmes, chez lesquelles on observe une modification du temps de réaction des gastrocnémiens et du tibia antérieur [89].
- Le troisième fibulaire : son implication semble être faible d'après une étude prospective [95].

2.2. LES FACTEURS EXTRINSÈQUES

- L'atterrissage imprévisible sur terrain irrégulier.
- Le type de chaussure : selon Mc Kay et Al, les chaussures à coussins d'air sont plus incriminées chez les sportifs. Le port de talon semble être un facteur déstabilisant de la cheville chez certains auteurs [96].

2.3. AUTRES CAUSES DISCUTÉES

- Le sexe : une étude prospective effectuée par Osée et col a démontré que les athlètes féminins avaient plus de 25% de risque de souffrir d'une entorse de la cheville grade I par rapport aux athlètes masculins [16].
- Le type de pied, le poids, la taille et la jambe dominante restent controversés.

La plupart des facteurs de risques proposés pour les entorses de cheville particulièrement les latérales, restent controversés et nécessitent une enquête plus approfondie.

3. LES BASES ANATOMIQUES DE L'ENTORSE DE LA CHEVILLE.

3.1. L'ENTORSE LATÉRALE

Le traumatisme se produit le plus souvent pendant la phase portante de la marche ou de l'activité sportive, soit à son début au moment du choc talonnier, soit à sa fin lors de la propulsion quand le pied se met en flexion plantaire et en inversion active [69-97-98].

3.1.1. Le mécanisme lésionnel

Le mécanisme le plus fréquent est l'inversion forcée. Il s'agit de l'association d'une flexion plantaire, d'une adduction et d'une supination ; dans le plan frontal : un varus, dans le plan sagittal : un équin, et dans le plan horizontal une adduction (figures 51, 52).

Il s'agit le plus souvent d'un accrochage du bord latéral de l'avant pied, ou d'une chute sur ce bord, qui survient d'un simple faux pas en marchant ou lors d'une réception au sol d'un saut. Une sollicitation en varus expose la sub-talienne avec blessure du ligament talo-calcanéen interosseux [98].

Une sollicitation en varus équin expose le ligament collatéral latéral, et c'est le ligament talo-fibulaire antérieur qui est le premier lésé, et il s'y associe fréquemment une lésion de la capsule antérieure, puis par gravité croissante c'est l'atteinte du ligament calcanéo-fibulaire et enfin dans les cas extrêmes celle du ligament talo-fibulaire postérieur.

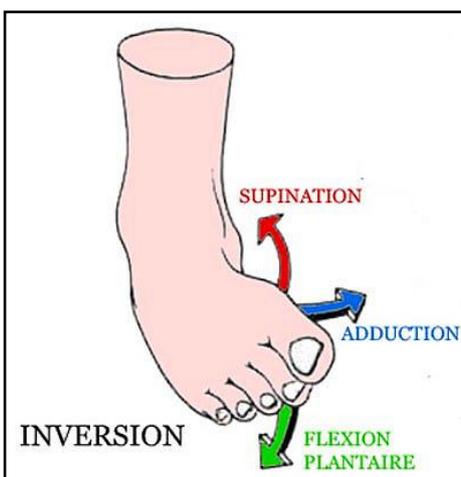


Figure 51. Mécanisme de l'inversion du pied selon [37]



Figure 52. Inversion du pied expérimentée sur une pièce cadavérique [ULB 2016]

La blessure du ligament est fonction de la force et de la vitesse du traumatisme [98] :

- Si le mécanisme se prolonge, le ligament subit une élongation proportionnelle à la durée du mouvement.
- Si par contre le mécanisme est brutal, le ligament subit une rupture.

C'est en flexion plantaire que la cheville se trouve en instabilité potentielle, et c'est aussi le mouvement de la propulsion, et comme nous l'avons souligné, la propulsion est une étape de vulnérabilité pour la cheville.

Le passage de la position anatomique à la position de flexion plantaire maximale, s'effectue par un mouvement de rotation-glisserment et s'accompagne d'une adduction et d'une supination du talus, la malléole latérale s'abaisse et effectue une légère rotation latérale [40].

3.1.2. Action du mécanisme lésionnel sur les faisceaux du ligament collatéral latéral

- Le ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA) est exposé en flexion plantaire avec rotation latérale du tibia et/ou adduction du talus. Il se verticalise, se tend, et stabilise la cheville. Il représente le seul frein externe, et se rompt en plein corps ou à son insertion osseuse. La

rotation latérale du tibia augmente les sollicitations en tension des fibres les plus hautes et les plus ventrales du LTFA [40].

La rupture isolée du ligament talo-fibulaire antérieur entraîne une adduction du talus, sa rupture associée à celle du ligament calcanéo-fibulaire entraîne une adduction de la cheville [40].

- Le ligament calcanéo-fibulaire (LCF) est commun aux deux articulations : talo-crurale et sub-talienne, et de par son orientation, il est tendu en varus. Sa tension en flexion plantaire est fonction de sa morphologie et de ses variations anatomiques, mieux appréciées par l'échographie [40] :

- ✓ Si son insertion est en avant du tubercule des fibulaires, sa mise en tension est rapide et sa rupture se fait après celle du ligament talo-fibulaire antérieur.
- ✓ Si son insertion est en arrière, sa lésion est plus difficile.

L'atteinte isolée du ligament fibulo-calcanéen nécessite un varus avec une composante de flexion dorsale de la cheville, beaucoup plus inhabituelle, et entraîne une instabilité de la sub-talienne [98].

-Le faisceau postérieur est tendu en flexion dorsale extrême. Sa rupture est beaucoup plus rare et se fait après celle des faisceaux antérieur et moyen.

3.1.3. Les autres lésions causées par le mécanisme d'inversion forcée

Certains auteurs estiment que c'est le ligament talo-calcanéen latéral de la sub-talienne qui serait le premier à être lésé dans ce mécanisme et, si le mouvement se poursuit, le ligament calcanéo-cuboïdien dorsal peut être étiré ou se déchirer [99].

L'atteinte de la tibio-fibulaire distale peut se voir au cours d'un traumatisme en inversion, et sa recherche paraît être fondamentale, car c'est à son niveau que persistent souvent les séquelles douloureuses.

Au total, le mécanisme en inversion est susceptible de créer les lésions ligamentaires multiples qui rendent compte de la complexité de certaines entorses latérales [100].

3.2. L'ENTORSE MÉDIALE

Lésion rare à l'état isolé, généralement associée à une fracture de la malléole fibulaire et/ou un arrachement de la malléole tibiale et atteinte du dôme supéro-latéral du talus.

3.2.1. Le mécanisme lésionnel

Le mécanisme responsable de l'atteinte du ligament collatéral médial (LCM), est l'éversion forcée (figure 53), qui associe : une flexion dorsale, une pronation et une abduction [101-102].

3.2.2. Action du mécanisme lésionnel sur les faisceaux du ligament collatéral médial

- Le ligament superficiel est sollicité en abduction et limite essentiellement ce mouvement.
- Le faisceau antérieur du ligament profond est sollicité en flexion plantaire et en rotation médiale.
- Le faisceau moyen du ligament profond est sollicité en abduction.
- Le faisceau postérieur du ligament profond est sollicité en rotation latérale et en flexion dorsale.

Ceci peut expliquer la persistance des douleurs rétro-malléolaire à la suite d'une entorse latérale (ce faisceau est un frein de la rotation latérale du tibia) [3].

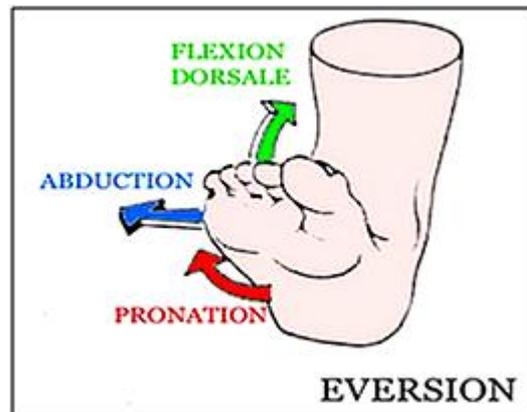


Figure 53. Mécanisme lésionnel de l'entorse médiale selon [37]

3.3. L'ENTORSE DE LA SYNDESMOSE TIBIO-FIBULAIRE

Lésion rare et méconnue, elle représenterait moins de 15 % des lésions ligamentaires de la cheville. Elle se voit particulièrement dans les sports avec port d'une « botte rigide » (ski alpin, hockey sur glace) ou les sports de contact (football américain, rugby,) [103-46]. Rarement isolée, elle est accompagnée souvent de fracture, rentrant dans le cadre de lésions pluri-focales.

3.3.1. Le mécanisme lésionnel

Il s'agit de mouvements associant une hyperflexion dorsale et/ou une hyper-rotation latérale du pied (figure 54).

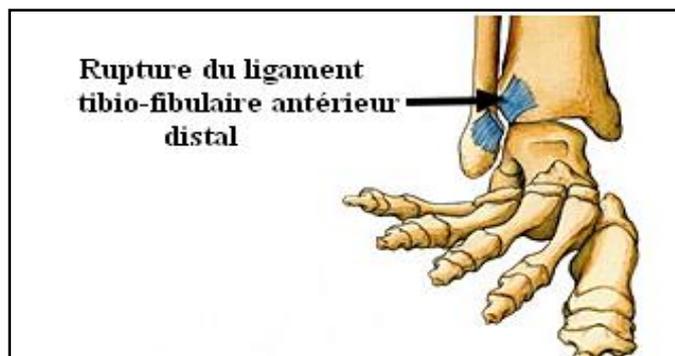


Figure 54. Mécanisme lésionnel de l'entorse de la syndesmosse [105]

3.3.2. Action du mécanisme lésionnel sur les ligaments de la tibio-fibulaire distale

L'hyper-rotation latérale du pied plaque le talus contre la malléole latérale et fait écarter le tibia de la fibula. Si la malléole latérale n'est pas fracturée, le ligament tibio-fibulaire antérieur distal est fortement tendu et peut se rompre, avec extension possible à l'ensemble de la membrane interosseuse [104].

La blessure se fait soit en plein corps, soit à l'insertion osseuse, au niveau du tubercule tibial antérieur (lésion de Tillaux et Chaput) ou au niveau de l'insertion malléolaire fibulaire (lésion de Lefort) [104].

L'hyperflexion dorsale va entraîner une mise en tension du ligament tibio-fibulaire postérieur qui peut se rompre mais rarement, s'accompagnant le plus souvent d'arrachement osseux [105].

La rupture des ligaments tibio-fibulaires distaux peut donner un diastasis tibio-fibulaire distal à rechercher par un cliché de stress ; en se rappelant que l'espace interosseux sur la radiographie est habituellement inférieur à six mm [104].

3.4. L'ENTORSE DE LA SUB-TALIENNE

c'est le diagnostic différentiel le plus difficile de l'entorse latérale.

3.4.1. Le mécanisme lésionnel

Il s'agit d'un varus forcé de l'arrière-pied sur une articulation talo-crurale fixée à 90°. Elle peut être bénigne, se traduisant par une atteinte du ligament calcanéo-fibulaire en l'absence du ligament talo-fibulaire antérieur. C'est une lésion rare, et peut être grave, associant une lésion du ligament calcanéo-fibulaire et du ligament talo-calcanéen interosseux. Cette lésion peut être découverte en per-opératoire de l'articulation talo-crurale, ou par exploration arthroscopique, au stade cicatriciel le plus souvent [103].

4. CLASSIFICATION DES ENTORSES

4.1. CLASSIFICATION ANATOMO-CLINIQUE

Trois grades sont classiquement décrits [106] :

- Entorse bénigne grade I : simple élongation ligamentaire avec préservation du rôle stabilisateur du ligament.
- Entorse moyenne grade II : rupture partielle d'un ligament.
- Entorse grave grade III : rupture totale d'un ou de plusieurs ligaments avec perte du rôle stabilisateur du ligament.

4.2. CLASSIFICATION ANATOMO-PATHOLOGIQUE

Selon la classification de Castaing, on a trois stades :

Stade 0 : Atteinte de quelques fibrilles du faisceau antérieur du ligament collatéral latéral sans rupture vraie.

Stade 1 : Le plus fréquent (97%) atteinte isolée du faisceau antérieur.

Il se rompt sur l'arête de la surface articulaire latérale du talus au niveau de sa partie moyenne, plus rarement il se détache du talus, soit en partie soit dans sa totalité, soit avec arrachement osseux. Dans ce cas la cicatrisation est mauvaise et donne des poches de décollement.

Stade 2 : Atteinte des faisceaux antérieur et moyen, se voit dans 80% des cas, s'accompagne souvent d'une lésion de la gaine des fibulaires. L'atteinte se fait au niveau du 1/3 moyen du faisceau moyen, à la hauteur de la gouttière des fibulaires.

Stade 3 : Atteinte des trois faisceaux du ligament collatéral latéral, se voit dans 30% des cas, et c'est le plus souvent une désinsertion des fibres distales.

D'autres lésions peuvent se voir [107] :

- Rupture du ligament talo-fibulaire antérieur et déchirure de la capsule antérieure.
- Arrachement osseux qui correspond à la désinsertion ligamentaire.
- Atteinte du cartilage du talus, de mauvais pronostic.

- Lésion en coup d'ongle de la malléole fibulaire.
- Fracture du cinquième métatarsien, et de l'os naviculaire.

5. DIAGNOSTIC CLINIQUE

Interrogatoire

Devant une entorse latérale de cheville, le clinicien doit confirmer le diagnostic et évaluer la gravité des lésions afin de proposer le traitement le plus adapté. L'entorse médiale quoique plus rare, doit être recherchée, car plus grave [97].

On peut donc retenir comme éléments en faveur d'une lésion ligamentaire grave :

- La perception d'un craquement.
- Le gonflement immédiat.
- Une impotence fonctionnelle majeure.
- Une douleur syncopale qui persiste ou suivie d'une indolence relative.

L'examen clinique

Dans le cadre de l'urgence, la corrélation entre les données cliniques et la réalité des lésions anatomiques n'est pas évidente. On recherche : une tuméfaction, des ecchymoses, une boiterie, et une douleur selon les règles d'Ottawa, afin d'éviter de passer à côté d'une fracture et qui stipule que *des radiographies de cheville seront réalisées s'il existe un de ces critères positif (figure 5)* [108] :

- Patient de plus de 55 ans.
- Impossibilité de prendre appui et de faire quatre pas de suite.
- Douleur à la palpation de la base du cinquième métatarsien ou de l'os naviculaire.
- Douleur à la palpation du bord dorsal sur six cm de la pointe des malléoles.

De plus, l'examen recherche les douleurs au niveau des structures ligamentaires et la présence de mouvements anormaux :

- Dans le plan frontal : un ballottement ou choc talien.
- Dans le plan sagittal : un tiroir talien qui témoigne d'une rupture du faisceau antérieur du ligament collatéral latéral.

Ainsi que des signes d'atteintes des fibulaires ou de leurs gaines, ou d'atteinte des muscles périarticulaires.

En réalité, c'est l'examen clinique à quatre ou cinq jours après le traumatisme de la cheville qui reste le plus efficace et le plus utile pour la détection avec précision d'une rupture ligamentaire récente et de lésion associée. Sa sensibilité est de 98 % et sa spécificité de 84 % [69].

6. FORMES CLINIQUES

L'entorse de la cheville chez l'enfant et l'adolescent : elle est rare avant l'âge de douze ans, et le plus souvent, le traumatisme touche le cartilage de croissance (décollement épiphysaire) [97].

Les entorses de la cheville chez les personnes âgées : rares, le mécanisme lésionnel de l'entorse provoque généralement des fractures bi-malléolaires ou uni-malléolaires [97].

Les formes associées ou compliquées [97] :

- La lésion du ligament collatéral latéral associée à une fracture ou à un arrachement de la malléole médiale ou à un diastasis tibio-fibulaire distale.
- La lésion du ligament collatéral médial associée à une fracture malléolaire latérale réalisant un équivalent de fracture bimalléolaire en valgus type Dupuytren.
- La lésion des ligaments fibulo-tibiaux distaux est presque toujours associée à une fracture malléolaire ou à une luxation tibio-tarsienne.

7. DIAGNOSTIC RADIOLOGIQUE

Le bilan radiologique est demandé en cas de suspicion ou de risque de fractures selon les règles d'Ottawa [108].



Figure 55 Critères d'Ottawa [108]

Avec un recul de 15 ans, et après plusieurs études de validation, les critères d'Ottawa sont reconnus comme très fiables dans la littérature internationale. Mais en pratique, ils sont peu utilisés sur le terrain, pour des raisons diverses : manque d'information, impression qu'une radiographie de la cheville est absolument nécessaire pour tout traumatisme... [107].

Cependant la vigilance est de rigueur : ne pas oublier la valeur de l'examen clinique et savoir demander une radiographie en cas de doute.

Le bilan radiologique comprend plusieurs explorations, certaines utilisées fréquemment, d'autres rarement.

7.1. LA RADIOGRAPHIE STANDARD : comporte des incidences de face rotation médiale de 20°, de profil et en oblique latéral (cinquième métatarsien)

7.2. LA RADIOGRAPHIE DYNAMIQUE : comporte des incidences de face varus forcé de 20°, et un profil avec tiroir talien antérieur ou oblique latéral du tarse (figures 56,57).



Figure 56.Cliché dynamique en varus forcé **Figure 57.**Cliché dynamique (tiroir antérieur)
[107] [107]

Des manœuvres d'explorations spécifiques sont pratiquées [107] :

- Un varus avec flexion plantaire pour explorer le ligament talo-fibulaire antérieur.
- Une dorsiflexion pour les ligaments calcanéofibulaire et talo-fibulaire postérieur.
- Un valgus pour le ligament collatéral médial.
- Une flexion dorsale pour les ligaments de la syndesmose.

7.3. L'ÉCHOGRAPHIE : nécessaire pour un bilan capsulo-ligamentaire, elle est indiquée dans les entorses graves ou d'évolution anormale, ou dans un contexte professionnel précis (sportif), et permet de voir différents types de lésions : œdème, rupture ligamentaire, arrachement osseux... [109-110].

L'examen est réalisé par un opérateur dépendant, qui doit adapter la position du patient et l'incidence de l'examen au motif de l'exploration.

Les différents aspects des ligaments sont reportés sur le tableau I, et sur les figures (58, 59, 60,61).

7.4. LE SCANNER : idéal pour les structures osseuses, limité pour les ligaments, il est fiable dans les 48 heures qui suivent le traumatisme.

7.5. L'ARTHROSCANNER : permet de juger du volume de la cavité articulaire, de sa morphologie et de ses limites. Il s'agit d'une arthrographie simple de la cheville couplée à un scanner, réalisée en coupes fines.

7.6. L'IRM : donne des précisions sur les lésions ligamentaires, tendineuses, et sur les anomalies osseuses, mais n'a pas sa place dans l'entorse aigue.

Tableau I. Aspects échographiques des ligaments

Aspect normal du ligament	Aspect pathologique du ligament en fonction de la sévérité	
Bande hyperéchogène, fine, à bords nets, réguliers et rectilignes	Entorse bénigne	Simple Hypoéchogénicité totale ou partielle avec conservation de la rectitude et de la continuité.
	Entorse moyenne	Interruption ou désinsertion partielle du ligament avec conservation du caractère rectiligne. Epanchement intra-articulaire.
	Entorse grave	Interruption ou désinsertion complète du ligament soit centrale soit aux extrémités avec perte du caractère rectiligne. Epanchement trans-ligamentaire. Arrachement osseux.

8. DIAGNOSTIC DIFFÉRENTIEL

- L'entorse sub-talienne : souvent associée à l'entorse talo-crurale, c'est un arrachement du ligament en haie dans le sinus du tarse. Le mécanisme est voisin de celui de l'entorse latérale [97].
- Les entorses médio-tarsiennes de Chopart : fréquentes, responsables d'arrachements osseux et de lésions ligamentaires [97].
- L'entorse du faisceau antérieur du ligament tibio-fibulaire distal, à rechercher systématiquement [97].
- Les entorses de Lisfranc : présentent des variétés lésionnelles en fonction du mécanisme traumatique [97].
- Luxation des tendons fibulaires, souvent confondue avec l'entorse du ligament latéral.
- Rupture du tendon calcanéen [97].
- Fractures de la malléole latérale, du cinquième métatarsien, du talus, du calcanéus [97].

Cet ensemble de diagnostics différentiels, impose un examen clinique rigoureux et une imagerie orientée s'il y'a indication.

Figures 58. Exploration du ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA) en coupe longitudinale.
[110].

A- Schéma anatomique

B- Aspect normal du LTFA à l'échographie

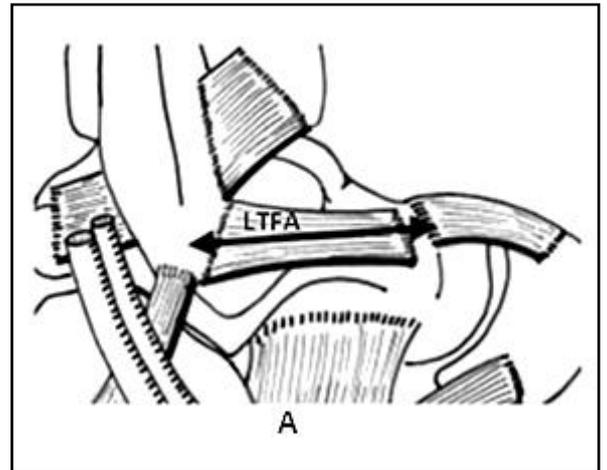
C- Hypoéchogénicité et épaissement du LTFA (entorse bénigne)

D- Rupture du LTFA (entorse grave)

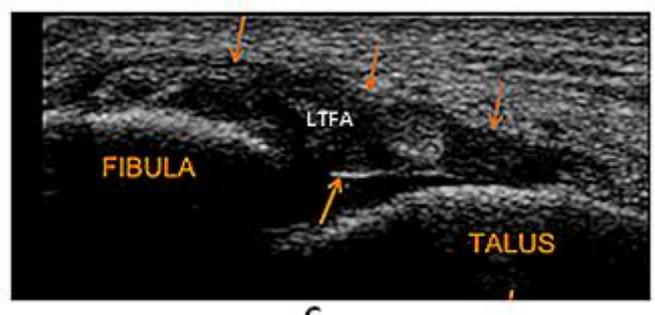
E- Aspect normal du LTFA à l'IRM

F- Epaissement du LTFA à l'IRM

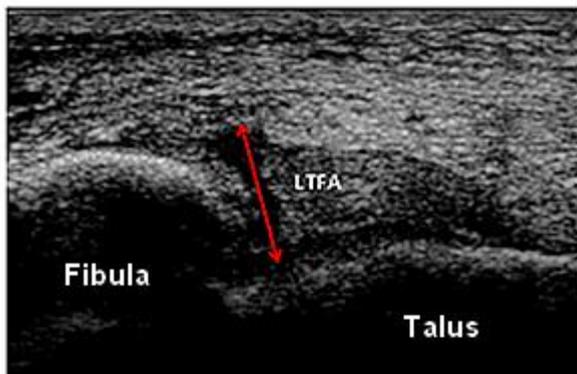
G- Rupture du LTFA à l'arthroscanner (Opacification des parties molles antéro-latérales)



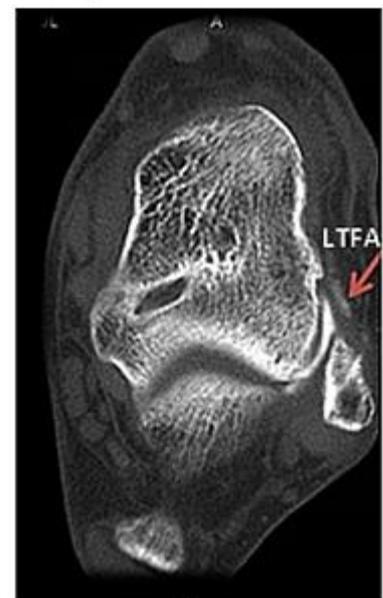
B



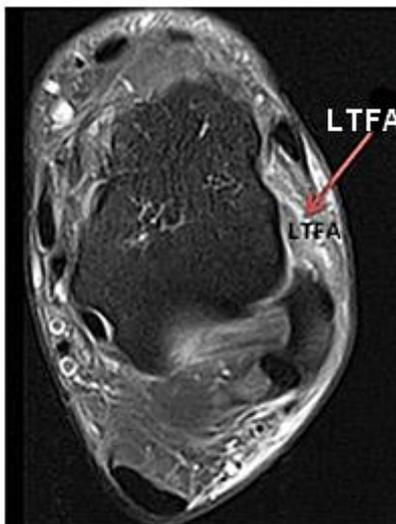
C



D



E



F



G

Figures 59. Exploration du ligament calcanéo-fibulaire (LCF) [110].

A-Schéma anatomique

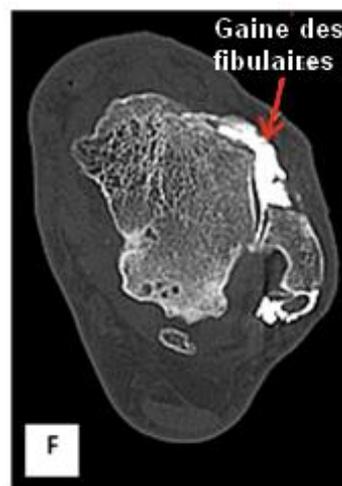
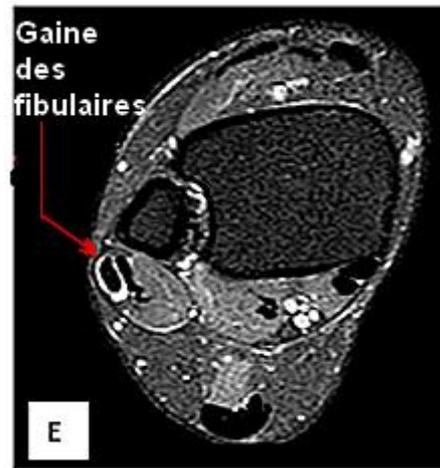
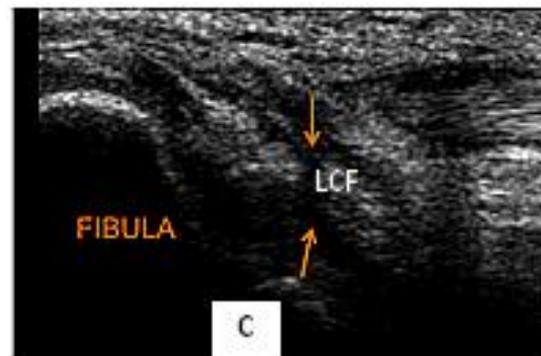
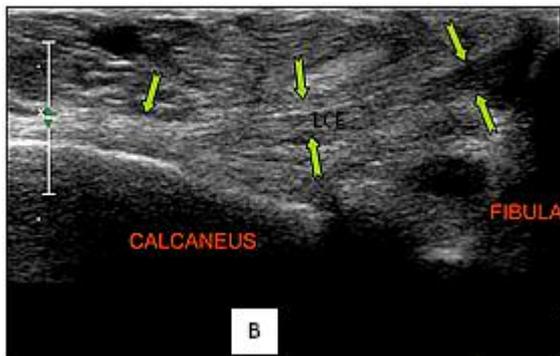
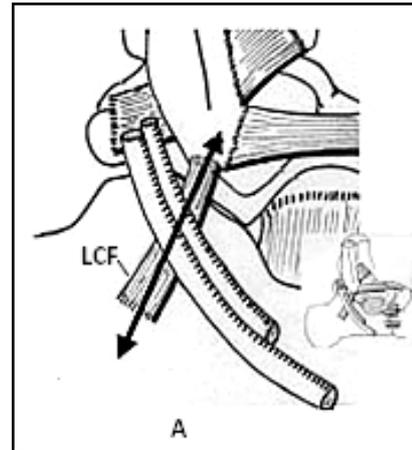
B-Aspect échographique normal

C-Rupture du LCF (entorse grave)

D-Aspect normal du LCF à L'IRM

E-Epanchement de la gaine des fibulaires
(Signe indirect de la rupture du LCF)

F-Opacification de la gaine des fibulaires à
L'arthroscanner (signe de rupture)



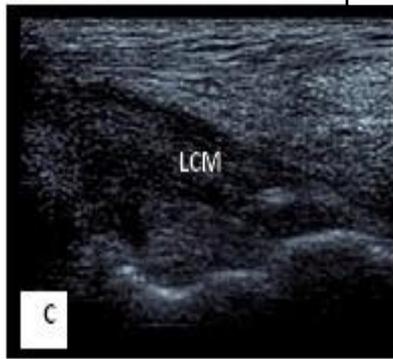
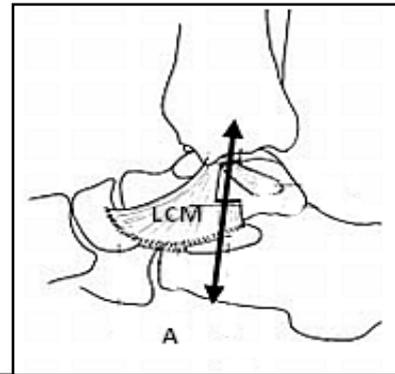
Figures 60. Exploration du ligament collatéral médial(LCM) [110].

A-Schéma anatomique

B-Aspect échographique normal

C- Hypoéchogénéicité du LCM (entorse bénigne)

D-Rupture du LCM (entorse grave)



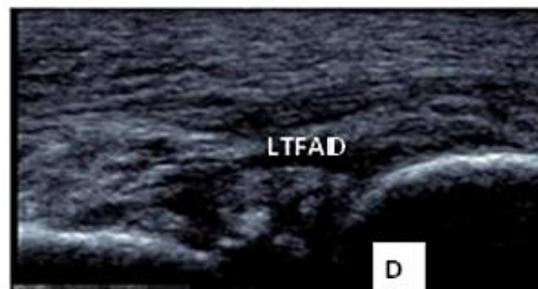
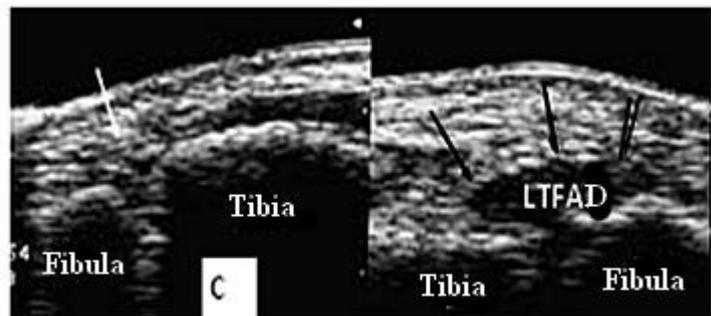
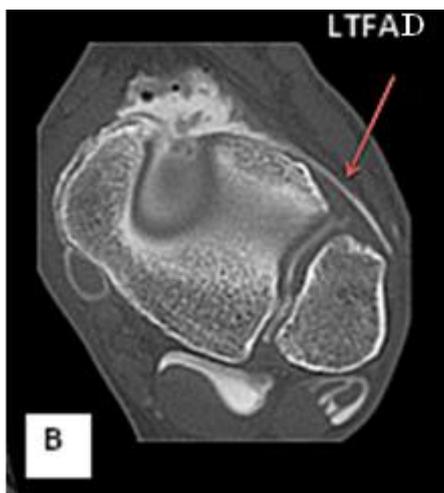
Figures 61. Exploration du ligament tibio-fibulaire antérieur distal [110].

A-Schéma anatomique

B-Aspect normal du LTFAD à L'Arthro-TDM

C-Épaississement du LTFAD à l'échographie

D-Rupture du LTFAD à l'échographie.



9. TRAITEMENT

Bien que considéré comme traumatisme banal de par sa fréquence, l'entorse de la cheville et plus particulièrement l'entorse latérale, doit bénéficier d'une thérapeutique adéquate et rapide. En effet plusieurs études ont confirmé la majoration du risque de survenue des séquelles en l'absence de traitement [111-112-113].

Trois volets thérapeutiques se présentent à nous :

- Traitement fonctionnel.
- Traitement orthopédique.
- Traitement chirurgical.

9.1. LE TRAITEMENT FONCTIONNEL : indication dans les entorses bénignes

De nombreuses études, méta-analyse de [14-114-115] ont rapporté la supériorité du traitement fonctionnel par rapport au traitement orthopédique et chirurgical dans la prise en charge de l'entorse du ligament collatéral latéral.

Depuis la conférence de consensus en médecine d'urgence de 1995, le traitement préconisé dans une entorse de la cheville est le traitement fonctionnel, actualisé en 2004 [17-116].

Il consiste à limiter au strict minimum l'immobilisation et la décharge du membre pelvien et autoriser un appui partiel ou total avec mobilisation partielle de la cheville, dès que douleurs et œdème disparaissent [115].

Il vise la restauration des déficiences, la cicatrisation des lésions ligamentaires et la récupération des capacités qui concernent l'équilibre et la proprioception pour améliorer la qualité de vie, et ceci selon la classification internationale du fonctionnement [117]. Il comprend :

9.1.1. Le rétablissement des déficiences

Les déficiences sont : la douleur, le déficit des forces et la diminution de la mobilité, et le traitement repose sur le protocole RICE (Rest, Ice-cooling, Compression, Elévation).

REST : repos et réduction de la mobilité avec utilisation de cannes lors des déplacements.

Ice : glaçage le plus tôt possible à raison de trois à quatre fois /jours.

Compression : bandage élastique type strapping, ou non extensible type taping, pendant trois à six semaines.

Elévation du membre pelvien.

En cas de besoin, on prescrit des anti-inflammatoires, des antalgiques, un massage, pour lutter contre la douleur et l'œdème, une presso-thérapie (en phase aiguë), un drainage lymphatique manuel et enfin une stimulation électrique transcutanée à basse fréquence.

9.1.2. La rééducation

Elle doit être précoce pour éviter les récives.

La restauration des amplitudes articulaires grâce à la technique de gain de mobilité qui repose sur la mobilisation passive de l'articulation et qui accélère la cicatrisation des ligaments [115].

En effet plusieurs travaux ont confirmé l'importance de la mobilisation précoce dans l'accélération de la cicatrisation et l'augmentation de la résistance des ligaments. Il est important de respecter les délais de cicatrisation [114-118] :

- Phase inflammatoire : trois jours.
- Période de prolifération précoce : de quatre à dix jours.
- Période de prolifération rapide des fibroblastes : de onze à vingt et un jours.
- Période de modelage et de maturation : à la fin du deuxième mois.

Le renforcement musculaire : étape importante dans la rééducation de l'entorse de la cheville et a pour but la préparation à la reprogrammation musculaire.

Le renforcement musculaire analytique est réalisé en appliquant une résistance manuelle sur les faces latérale, médiale, ventrale et dorsale du pied, par les techniques de travail actif analytique manuel en mode statique puis concentrique et excentrique. Ces exercices sont effectués en chaîne musculaire ouverte, puis semi-fermée et enfin fermée [69].

La restauration de la stabilité ou reprogrammation neuromusculaire (RNM) : après une entorse, des sensations de lâchage, d'instabilité ou même de récurrences, peuvent apparaître par modification des sensations proprioceptives.

La RNM consiste à mettre le patient dans des positions de déséquilibre, ce qui contribue à l'anticipation de la contraction des muscles périarticulaires, et la stimulation des mécanorécepteurs. Selon le rapport de l'HAS les critères de surveillance sont [119] :

- Surveillance de l'œdème, de la douleur, des mobilités en charge et en décharge, et des activités de la vie quotidienne.
- Surveillance des critères de la stabilité fonctionnelle.

Le rythme des séances dépend du bilan, et l'arrêt de la rééducation se fait après évaluation chronologique des indicateurs de surveillance, et en fonction des objectifs établis au préalable.

9.2. TRAITEMENT ORTHOPÉDIQUE : indication dans tous les types d'entorses.

C'est l'immobilisation entre quatre à six semaines, avec plâtre (la botte plâtrée doit immobiliser la cheville avec 5° à 10° de flexion dorsale), ou avec résine synthétique en décharge, avec possibilité de botte plâtrée de marche après trois semaines. Il est accompagné de traitement fonctionnel qui comporte trois phases :

Phase I : Rééducation sous plâtre (jusqu'à six semaines) et prophylaxie anti-thrombotique, travail des muscles et des articulations avoisinantes, et la mise en charge progressive avec botte plâtrée.

Phase II : Rééducation hors plâtre (dès six semaines), à la marche en charge totale, avec récupération des amplitudes articulaires, tonification musculaire, et stabilité fonctionnelle.

Phase III : Rééducation proprioceptive (dès huit semaines) et reprogrammation neuromusculaire avec intégration sportive (Pour les sportifs).

Toutefois, l'immobilisation (botte plâtrée) ne devrait plus être utilisée, même pour les entorses graves, en raison des mauvais résultats obtenus comparés à ceux du traitement fonctionnel selon certaines études [120].

9.3. TRAITEMENT CHIRURGICAL

Indiqué dans les lésions ligamentaires associées aux lésions osseuses, aux laxités aiguës latérale ou médiale, aux désinsertions ligamentaires hautes, aux lésions de la syndesmose, à la luxation des fibulaires et au sujet jeune, sportif, présentant une grande laxité, ou pratiquant une activité sportive particulièrement à risques [121].

On a deux types de techniques:

Les techniques dites anatomiques (figure 62) : qui sont : soit une réparation des ligaments lésés par suture directe des faisceaux ou par la remise en tension capsulo-ligamentaire, et dont l'avantage est le rétablissement de la proprioception et l'inconvénient est une distension secondaire, soit une ligamentoplastie avec renfort à l'aide du rétinaculum des extenseurs ou du périoste fibulaire, ou tendineuse et qui sont mécaniquement solides mais ténodésantes [119-122-123].

Les techniques dites non-anatomiques (figure 65) ce sont des ligamentoplasties qui remplacent les ligaments lésés par une plastie (exemple : le ligament tibio-fibulaire) ou par une ténodèse le plus souvent du péronéus brévis (court fibulaire). Leur inconvénient est le risque d'enraidissement douloureux des articulations sub-talienne et talo-crurale [124-125].

Les réparations ligamentaires anatomiques avec renfort (au rétinaculum), et les reconstructions ligamentaires anatomiques, sont les deux choix recommandés, les plasties non anatomiques au court fibulaire devraient être abandonnées [71].

La tendance actuelle, consiste en la rétention capsulo-ligamentaire si l'épaisseur du ligament est satisfaisante, ou sa reconstruction en utilisant des éléments de proximité, si la solidité du reliquat ligamentaire est insuffisante.

Les voies d'abord sont au nombre de deux, la plus utilisée est l'abord en pré et sub-malléolaire latérale, l'autre est en sub et rétro-malléolaire latéral.

Les phases de rééducation sont variables selon la technique opératoire employée, mais commencent toujours par une période d'immobilisation plâtrée de trois à six semaines ; période après laquelle la rééducation suit le même cursus que le traitement fonctionnel [126-127].

Deux méthodes ont fait leurs preuves : l'entraînement musculaire proprioceptif pour les sportifs ayant eu un épisode d'entorse, et l'orthèse de cheville, d'utilisation fréquente chez les sportifs.

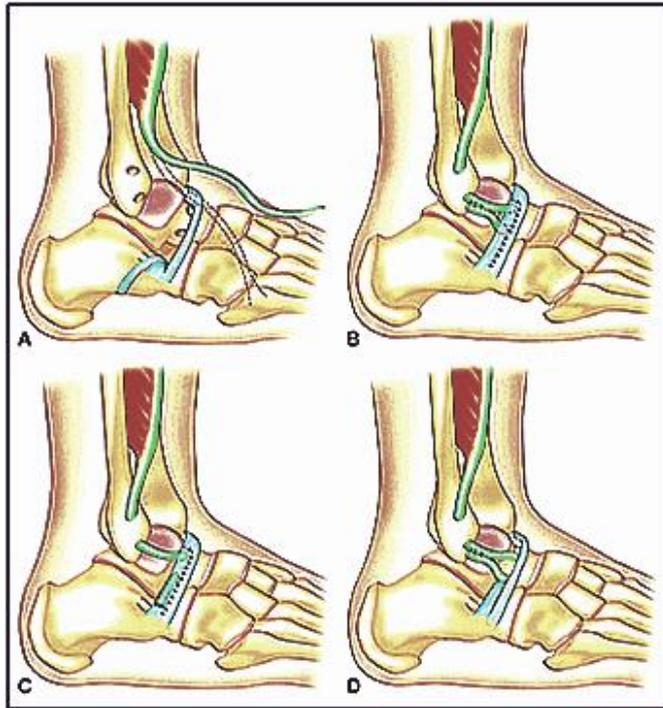


Figure 62. Reconstruction anatomique au troisième fibulaire (Technique de Mabit)
Illustration : Antoine Barnaud (La Cheville instable, Y. Tourné et C. Mabit, Elsevier Masson, 2015) [71].

- A- Prélèvement du transplant.
- B- Reconstruction isolée du faisceau talo-fibulaire antérieur.
- C- Reconstruction du faisceau antérieur et du ligament cervical.
- D- Reconstruction du faisceau antérieur et du ligament cervical par plastie associée au ligament frondiforme.

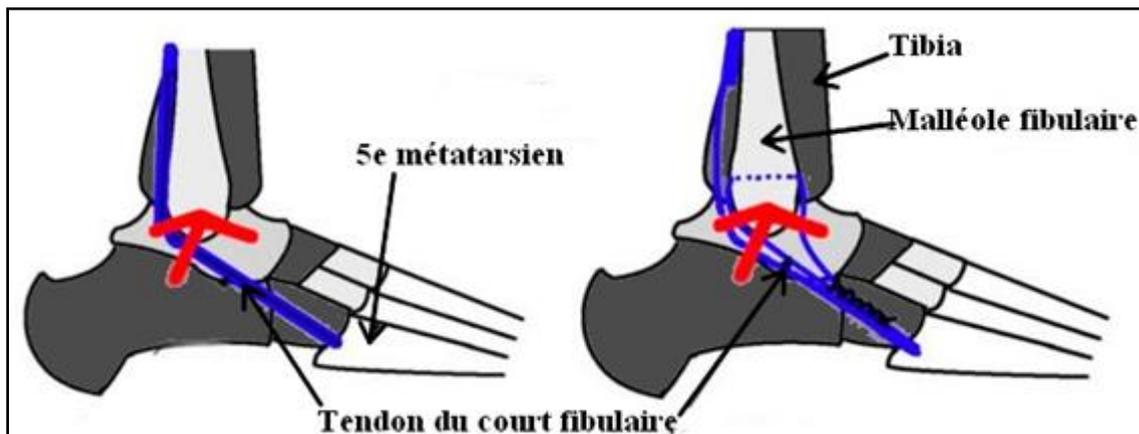


Figure 63. Réparation anatomique avec renfort au tendon du court fibulaire (Hémi-Castaing).

Le tendon du court fibulaire est coupé en deux dans le sens de la longueur, et reste attaché au cinquième métatarsien. La moitié est utilisée pour la reconstruction du ligament, et l'autre moitié est passée dans un tunnel qui est creusé dans la malléole fibulaire, puis suturée à elle-même.

La prévention des lésions ligamentaires quoique impossible reste tout de même le meilleur traitement, principalement pour les sportifs [113].

10. ÉVOLUTION

Les séquelles des entorses latérales de la cheville consécutives à un traumatisme en inversion ou en varus pur, sont fréquentes. Elles constituent un vaste chapitre de la pathologie du cou-de-pied [128].

Des complications à court, moyen ou au long terme peuvent se voir :

- A court terme ce sont l'algo-neurodystrophie, la phlébite ou la paralysie du nerf fibulaire.
- A moyen terme c'est la mobilité réduite et l'œdème résiduel.
- A long terme c'est la douleur chronique, la raideur articulaire et l'instabilité chronique.

10.1- L'INSTABILITÉ CHRONIQUE

Principale séquelle de l'entorse latérale et source de rechute dans de 8 à 26 % des cas selon les études [129-130].

Parmi les étiologies, on cite la laxité ligamentaire résiduelle, le déficit proprioceptif, et le déficit de force des muscles fibulaires, voire, secondaire à une atteinte du nerf fibulaire commun. Elle est soit fonctionnelle (proprioceptive) , soit mécanique avec lésion de l'appareil ligamentaire. Elle fait le lit de l'arthrose talo-crurale secondaire [127].

L'instabilité fonctionnelle se voit dans 10 à 30 % des cas après une entorse latérale de la cheville, et, se manifeste par une gêne, avec déroboement de la cheville et incapacité de reprendre l'activité sportive [98]. La clinique et la radiologie sont normales.

La lésion des mécanorécepteurs du ligament collatéral latéral et des tendons fibulaires semble être à l'origine de cette instabilité [2].

L'instabilité mécanique se voit environ dans 10 % des cas. Cliniquement, la laxité chronique latérale est objectivée par un déplacement anormal du talus par rapport à la pince bimalléolaire, mise en évidence par tests cliniques du varus forcé et du tiroir antérieur.

Nous avons trois types d'instabilité :

Type I : instabilité de l'articulation talo-crurale.

Type II : instabilité de la sub-talienne.

Type III : instabilité mixte des deux articulations.

Diagnostic radiologique

- Les clichés dynamiques en stress, varus forcé et tiroir antérieur, sont les seuls moyens qui permettent le diagnostic de la laxité latérale anormale de la cheville (figure 61).

Cependant, l'absence de critères (valeurs seuils, technique, méthode de mesure) d'usage universel, limite les résultats de ces clichés [103].

Toujours est-il :

- Pour un test de varus forcé, un angle supérieur à 15° (ou une différence de plus de 10° par rapport à l'autre côté) en position neutre signifie une rupture du ligament talo-fibulaire antérieur.
- Pour le test en tiroir antérieur, une valeur de dix mm (ou une différence de cinq millimètres par rapport à l'autre côté) est pathologique.

L'électromyographie : parfois nécessaire, à la recherche d'un déficit musculaire des fibulaires par lésion nerveuse, ou d'une maladie neurologique prédisposant aux entorses. Il peut aider à faire le diagnostic différentiel entre instabilité fonctionnelle et instabilité par laxité [131].

Traitement

En premières intentions, le traitement visera l'amélioration du contrôle neuromusculaire de la cheville par un travail proprioceptif, essentiellement des muscles fibulaires.

En cas d'échec de la rééducation, une réparation chirurgicale soit par suture simple du ligament rompu, soit par ligamentoplastie avec renfort par le tendon du court fibulaire, ou, par le périoste de la fibula, soit par le retinaculum des extenseurs, est indiqué [129].

En France, la plus connue est " l'hémi-Castaing" qui consiste à prélever la moitié du tendon court fibulaire pour reconstruire le ligament latéral. La cheville est immobilisée par une botte de marche amovible, ce qui permet de débiter la rééducation le plus rapidement possible.

La rééducation postopératoire donne de meilleurs résultats de même que l'arthroscopie dirige mieux le diagnostic par rapport aux lésions associées et par conséquent le choix thérapeutique [132-133].

PARTIE PRATIQUE

L'objectif de notre étude anatomique et clinique de l'articulation talo-crurale chez le sujet adulte, est la mise en évidence des bases anatomiques et biomécaniques de l'entorse de la cheville.

Cette étude comporte deux volets : une partie anatomique et une partie clinique.

1. La partie anatomique, la plus importante, basée sur la dissection sur sujets anatomiques, divisée en trois chapitres : Anatomie macroscopique, Anatomie fonctionnelle, et une étude radio-anatomique, à partir d'un CT scan d'une pièce de cheville prélevée sur sujet anatomique.

1.1. L'anatomie macroscopique comprend :

- La dissection sur sujets anatomiques de vingt-quatre chevilles droites et gauches des deux sexes, masculin et féminin, prélevées sur sujets frais, embaumés et conservés dans du formol.
- L'étude d'une coupe transversale d'une cheville sèche, conservée au Musée du Laboratoire.
- L'étude morphologique et morphométrique des ligaments de l'articulation talo-crurale et confrontation avec les données de la littérature.
- L'étude morphologique et morphométrique des éléments osseux de l'articulation talo-crurale et confrontation avec les données de la littérature.

1.2. L'anatomie fonctionnelle comprend :

- L'utilisation des pièces disséquées pour l'étude des mouvements de la cheville.
- L'étude du comportement des ligaments de l'articulation talo-crurale lors de ces mouvements.
- L'étude morphométrique à la mise en tension des ligaments et confrontation avec les données de la littérature.
- Expérimentation sur des pièces cadavériques fraîches de l'entorse latérale de la cheville, et étude de la chronologie et du siège des lésions ligamentaires.

1.3. L'anatomie radiologique : comprend

- L'étude radiologique d'une cheville fraîche d'un sujet anatomique à partir d'un CT scan réalisé au service de radiologie du Laboratoire d'Anatomie, d'Organogenèse et de Biomécanique de l'Université Libre de Bruxelles.

2. La partie clinique :

- L'étude des cas d'entorses de la cheville particulièrement l'entorse latérale, colligés auprès d'établissements hospitaliers, et confrontation avec les données de la littérature.
- L'étude radiologique des ligaments par les techniques de l'imagerie en coupe, et confrontation avec les données anatomiques et de la littérature.

A- DISSECTION SUR SUJETS ANATOMIQUES

1. ANATOMIE MACROSCOPIQUE

Les dissections sur sujets anatomiques ont été effectuées au Laboratoire d'Anatomie, d'Organogenèse et de Biomécanique à l'Université Libre de Bruxelles (ULB).

Il s'agit de pièces fraîches et embaumées, prélevées sur sujets anatomiques, destinés à l'étude scientifique dans le cadre de legs de corps et dont le service, se trouve au sous-sol du laboratoire.

Le travail a porté sur la dissection de la région de la cheville, et l'étude spécifique de l'articulation talo-crurale, dont l'objectif général est la mise en évidence des bases anatomiques de l'entorse de la cheville chez le sujet adulte.

Les points principaux sur lesquels s'est basée la dissection sont les suivants :

- Étude anatomique des ligaments de la cheville selon leur position anatomique. Chaque groupe a été décrit séparément et dans chaque groupe les ligaments spécifiques sont décrits en détail.
- Étude morphologique des ligaments avec précision des zones d'insertions, de la forme, du trajet, et du nombre de faisceaux.
- Recherche de variations anatomiques : absence de ligaments, présence de faisceaux supplémentaires, zones d'insertions différentes, présence de ligaments accessoires.
- Étude morphométrique des ligaments avec prise des dimensions longueur et largeur en position neutre.
- Étude morphologique et morphométrique des surfaces articulaires.

Nous avons pris le soin de prendre des photos de chaque étape de la dissection que nous présenterons tout le long de ce travail.

1.1. MATÉRIELS

Pièces de sujets anatomiques

➤ *Nombre*

Nous avons travaillé sur vingt-cinq spécimens répartis comme suit :

- Six pièces fraîches de membres pelviens, amputées à l'union des deux tiers supérieurs et du tiers inférieur de la jambe.
- Dix-huit pièces de membres pelviens, embaumées et conservées dans du formol.
- Une coupe transversale d'une cheville sèche, conservée au musée du laboratoire.

Le nombre total est de vingt-quatre pièces disséquées : dix chevilles droites et quatorze gauches, et une coupe transversale d'une cheville sèche conservée au laboratoire (tableau II).

➤ *Sexe*

Huit de sexe masculin, quatre de sexe féminin et douze non déterminé (tableau II).

➤ *Âge*

La moyenne d'âge est de 78 ans (âge minimum = 68 ans / âge maximum = 80 ans).

Tableau II. Montrant la répartition des pièces disséquées selon le sexe et le côté.

Pièces disséquées	Nombre
Nombre total	24
Sexe	
Mâle	8
Femelle	4
Non déterminé	12
Côté	
Droit	10
Gauche	14

Matériels de dissection (photo 1)

- Pincettes fines.
- Pincettes fortes.
- Pincettes à griffes.
- Pincettes à préhension.
- Ciseaux fins.
- Scalpels.
- Manche à bistouri.
- Lames de bistouri.
- Billot.
- Champs opératoires.
- Scialyrique.
- Blouse de laboratoire.
- Gants.
- Bavette.



Photo 1. Matériel de dissection (Bruxelles 2016)

Autres

- Crayon dermatographique.
- Appareil photo de marque Sony, modèle DSC W110, long focale 5.35 mm, ouverture F/2.8. L'image est de type « JPG ».
- Réglette millimétrée.
- Rapporteur.
- Élastiques colorés.

1.2. MÉTHODES

En fonction de l'objectif recherché, chaque cheville a été placée sur la table de dissection soit en position horizontale par rapport au plan de travail, soit verticalement maintenue sur un billot de dissection.

Selon Rouviere, Paturet, Latarjet, et le syllabus de l'ULB (annexe), la région du cou-de-pied a été repérée, ensuite la région de la cheville a été limitée au crayon dermatographique (photo 2) [31-34-134].

1.2.1. Repères et limites de la région du cou-de-pied selon Latarjet

La cheville unit la jambe au pied et comprend l'articulation tibio-fibulaire distale et l'articulation tibio-tarsienne (photo 2).

Elle est limitée en haut par un plan circulaire passant à deux cm au dessus du sommet de la malléole médiale, et en bas par un plan oblique passant à trois ou quatre cm au dessous de l'interligne tibio-tarsienne, allant jusqu'aux insertions calcanéenne du tendon calcanéen et passant à un cm au dessous des malléoles.

- La face ventrale de cette région est arrondie dans le sens transversal, regarde en dehors et elle est limitée par les bords ventraux des deux malléoles.
- La face dorsale est représentée par le relief du tendon calcanéen.
- La face latérale est représentée par la malléole latérale, limitée par les sillons : malléolaire latérale et sub-malléolaire.

- La face médiale est représentée par la malléole médiale limitée par le sillon rétro-malléolaire.

1.2.2. Lignes d'incision (photo 2) :

- Une incision horizontale proximale passant par la base des malléoles et s'arrêtant aux bords du tendon calcanéen.
- Une incision transversale distale située quatre cm en dessous de l'interligne talo-crurale et rejoignant les bords médial et latéral de l'arrière-pied.
- Une incision verticale médiane reliant les deux précédentes.
- Deux incisions horizontales, partant des extrémités de l'incision distale et longeant les bords latéraux de la face plantaire du talon jusqu'à l'extrémité dorsale du calcaneus



Photo 2 .Vue latérale d'une cheville gauche montrant les lignes d'incisions et les repères anatomiques de la cheville [Bruxelles 2016]

1-Ligne horizontale proximale, 2-Ligne horizontale distale, 3-Ligne verticale, 4-Ligne longeant le bord latéral de la face plantaire, 5-Ligne longeant le bord latéral du tendon calcanéen, 6- Malléole latérale

1.2.3. Dissection de la région du cou-de-pied

Une dissection basique de la région du cou-de-pied est effectuée.

En allant de la superficie à la profondeur, les éléments anatomiques de chaque plan sont décrits.

1.2.3.1. Le plan superficiel sous cutané

C'est un plan pauvre en pannicule adipeux, et les éléments vasculo-nerveux superficiels sont facilement individualisés.

Il est traversé par les veines et les nerfs superficiels (photos 3, 4, 5,6).

Les veines superficielles sont représentées par les veines marginales latérale et médiale qui se jettent dans la grande veine saphène. Cette dernière passe en avant de la malléole médiale.

Les nerfs superficiels sont identifiés :

- En ventral nous avons le nerf fibulaire superficiel (musculo-cutané).
- Dans l'espace rétro-malléolaire latéral, le nerf sural (saphène externe).
- Dans l'espace rétro-malléolaire médiale, le nerf saphène (saphène interne).

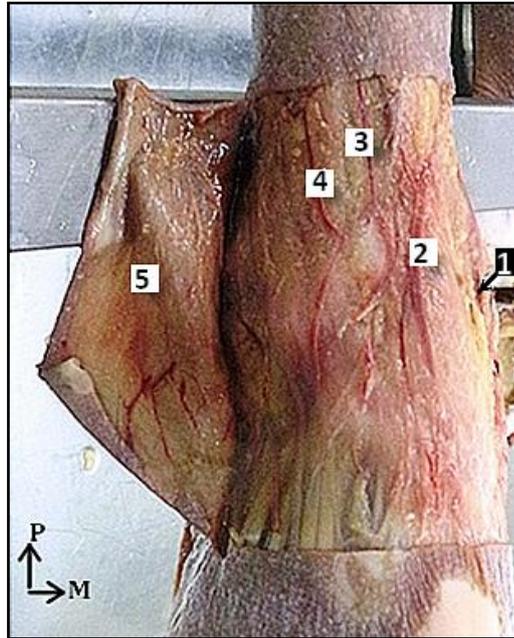


Photo 3. Vue ventrale du cou-de-pied droit : plan superficiel [Bruxelles 2016]

- 1- Grande veine saphène
- 2- Branche du nerf saphène.
- 3- Nerf fibulaire superficiel
- 4- Rameau malléolaire latéral du nerf fibulaire superficiel
- 5- Lambeau cutané latéral

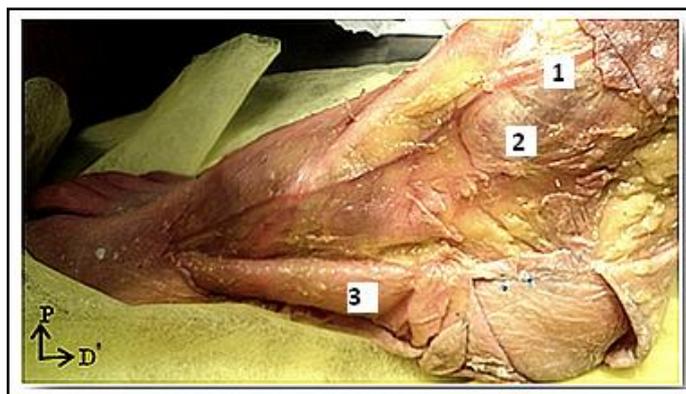


Photo 4. Vue médiale du cou-de-pied droit : plan superficiel [Bruxelles 2016]

- 1- Grande veine saphène
- 2- Malléole médiale
- 3- Lambeau cutané médial

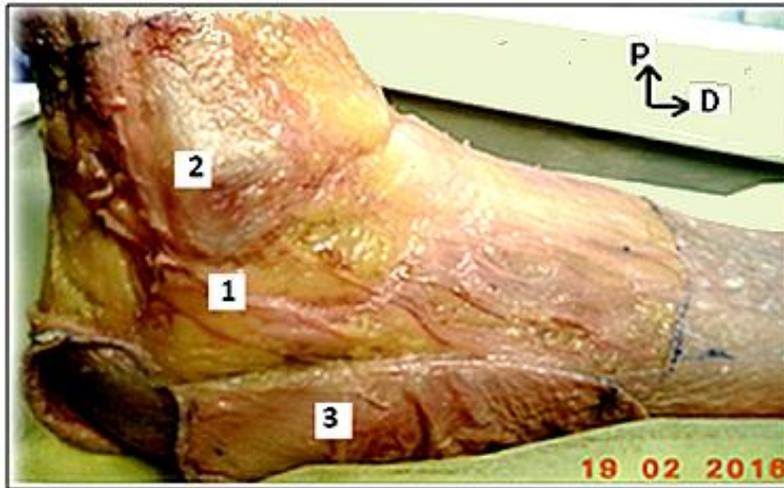


Photo 5. Vue latérale du cou-de-pied droit ; plan superficiel [Bruxelles 2016]

- | |
|--|
| <p>1-Veine petite saphène
 2-Malléole latérale
 3-Lambeau cutané latéral</p> |
|--|

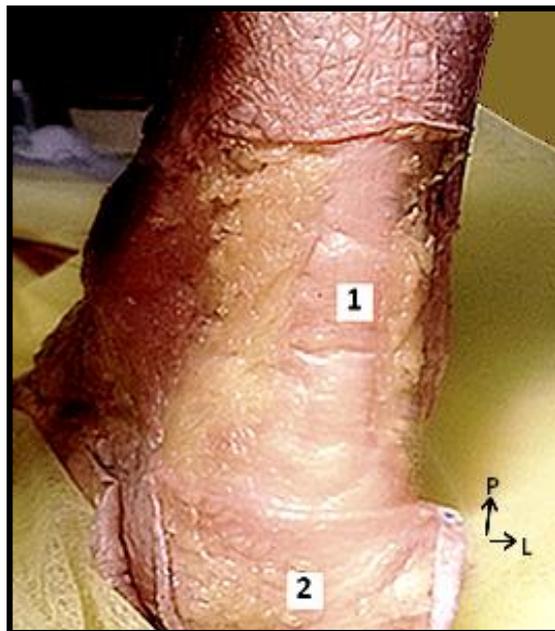


Photo 6. Vue dorsale du cou-de-pied droit : plan superficiel [Bruxelles 2016]

- | |
|--|
| <p>1- Tendon calcanéen
 2- Lambeau cutané dorsal</p> |
|--|

1.2.3.2. Le plan aponévrotique

Le tissu cellulaire sous-cutané est nettoyé, et on observe :

- Sur la face ventrale du cou-de-pied, le rétinaculum des muscles extenseurs (ligament en fronde) qui prend origine sur la grande apophyse du calcanéus en dehors de l'origine du muscle court extenseur des orteils, se dirige ensuite en haut et en dedans, et se divise en deux lames : l'une proximale et l'autre distale (photo 7) :

- ✓ La lame proximale très solide, passe en avant du tendon du muscle long extenseur des orteils, puis ses fibres les plus profondes la quittent pour contourner d'abord ce tendon, ensuite celui du long extenseur de l'hallux pour lesquels elle forme deux gaines séreuses propres à chacun d'eux. A la fin, la lame proximale se dédouble et engaine le tendon du muscle tibial antérieur et se termine sur la face médiale du tibia et de la malléole médiale.

Il existe trois gaines séreuses où glissent les trois tendons (photo 7).

- ✓ La lame distale, transversale se termine sur le bord latéral de l'os naviculaire.
- Derrière la malléole médiale, se trouve le rétinaculum des fléchisseurs (ligament annulaire interne).
- Derrière la malléole latérale, c'est le rétinaculum proximal des fibulaires (ligament annulaire externe).

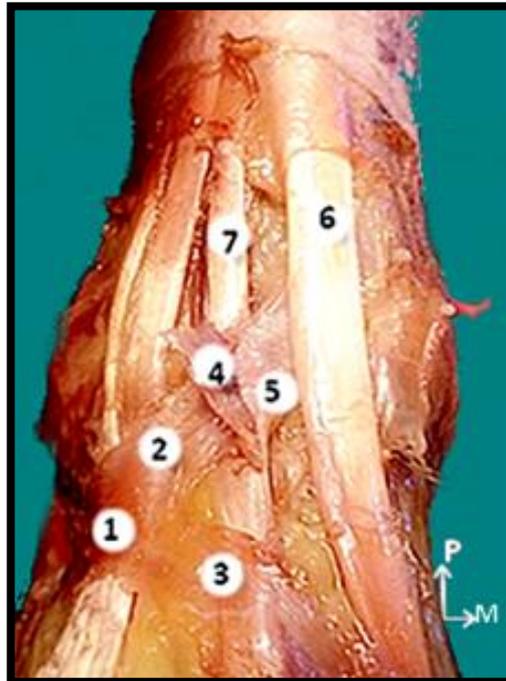


Photo 7. Vue ventrale du cou-de-pied droit : plan des rétinaculum [Bruxelles 2016]

- 1- Rétinaculum inférieur des extenseurs
- 2- Lame proximale
- 3- Lame distale
- 4- Feuillet superficiel de la lame proximale sectionné
- 5- Feuillet profond de la lame proximale
- 6- Tendon du muscle tibial antérieur
- 7- Tendon du muscle extenseur de l'hallux

1.2.3.3. Le plan des tendons

➤ La région ventrale du cou-de-pied

La lame proximale du rétinaculum des extenseurs est maintenue en place, le fascia superficiel est excisé pour exposer les tendons de cette région. On observe de dedans en dehors (photo 8) :

- Le tendon du muscle tibial (jambier) antérieur, le plus médial, et le plus volumineux, compris entre les deux feuillets de la lame proximale du rétinaculum des extenseurs (photo 7).
- Le tendon du muscle long extenseur de l'hallux, en dehors du précédent. Il passe dans la gaine fibreuse médiale, formée par le feuillet profond de la lame proximale du rétinaculum des extenseurs (photo 7).
- Les quatre tendons du muscle long extenseur des orteils sont situés plus en dehors, ils passent dans la gaine fibreuse médiale puis au dessous de la lame distale du rétinaculum des extenseurs (photo 7).
- Le tendon du muscle troisième fibulaire (péronier antérieur), trouvé sur huit des vingt quatre pièces disséquées est le plus latéral, contenu dans la même gaine que le muscle long extenseur des orteils (photos 8, 9,10).
- Enfin, et à la partie la plus latérale de la région ventrale du cou-de-pied, le plan tendineux est complété par la partie proximale du muscle court extenseur des orteils.



Photo 8. Vue antéro-latérale du cou-de-pied gauche, le plan tendineux [Bruxelles 2016]

1-Tendon du muscle tibial antérieur, 2-Tendon du muscle long extenseur de l'hallux, 3-Tendon du muscle long extenseur des orteils, 4-Tendon du muscle troisième fibulaire, 5-Le muscle court extenseur des orteils, 6-Gaine des muscles fibulaires.

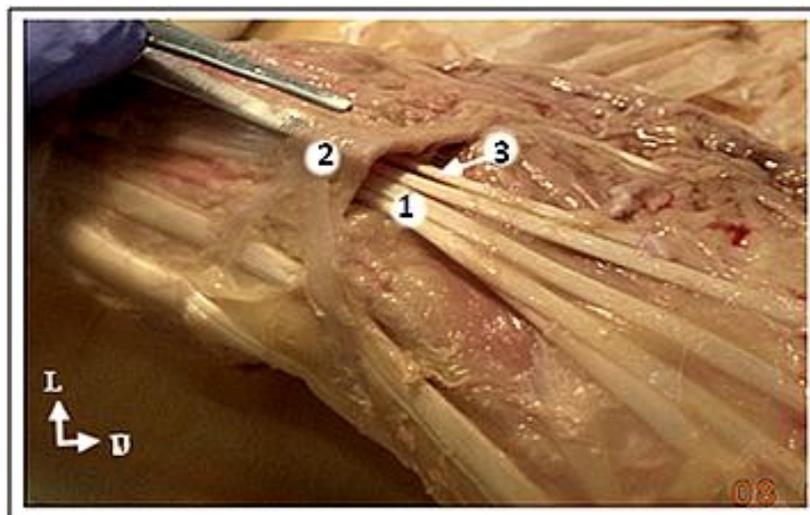


Photo 9. Vue ventrale de la cheville gauche montrant le tendon du muscle troisième fibulaire [Bruxelles 2016]

1- Tendon du muscle long extenseur des orteils, 2-Gaine des extenseurs
2- Tendon du muscle troisième fibulaire

Les éléments vasculo-nerveux profonds sont exposés en écartant les tendons des muscles : tibial antérieur et long extenseur de l'hallux, du tendon du long extenseur des orteils, et on observe (photo 10) :

- L'artère tibiale antérieure qui devient artère dorsale du pied, au bord distal du rétinaculum. Elle donne les artères malléolaires antéro-latérale et antéro-médiale.
- Elle est accompagnée par ses veines satellites.
- Le nerf fibulaire profond (tibial antérieur).

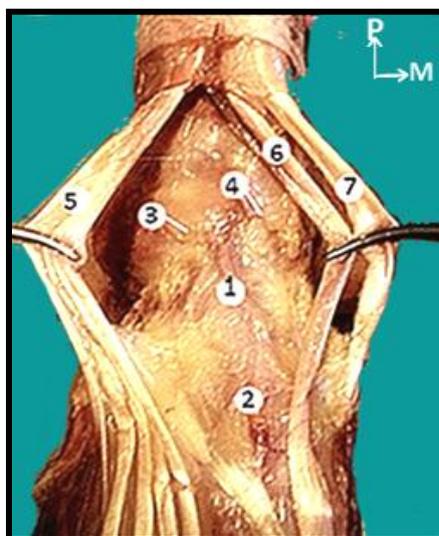


Photo 10. Vue ventrale du cou-de-pied droit : éléments vasculaires profonds [Bruxelles 2016]

1-Artère tibiale antérieure, 2- Artère dorsale du pied, 3- Artère malléolaire antéro-latérale
4-Artère malléolaire antéro-médiale, 5-Tendon du muscle long extenseur des orteils,
6-Tendon du muscle long extenseur de l'hallux, 7-Tendon du muscle tibial antérieur.

- **L'espace rétro-malléolaire médial (photo 11)**

Avant l'incision du rétinaculum des muscles fléchisseurs, les rapports de la gaine du tendon tibial postérieur avec le ligament collatéral médial (LCM) sont étudiés. Celle-ci le longe en avant.

On incise ensuite toutes les gaines des tendons de la région pour les mettre à nu et on étudie leurs rapports avec les éléments vasculo-nerveux rétro-malléolaires. Nous observons d'avant en arrière et de dedans en dehors:

- Le tendon du muscle tibial postérieur qui passe en arrière de la malléole médiale puis se réfléchit sur sa pointe et se dirige vers la partie proximale du canal calcanéen.
- Le tendon du muscle long fléchisseur des orteils, en arrière du précédent et contenu dans le même sillon que lui.
- L'artère tibiale postérieure, accompagnée des veines satellites, elle se bifurque en artères plantaire médiale et plantaire latérale (photo 11) après avoir donné :
 - ✓ Un rameau malléolaire médial.
 - ✓ Un rameau calcanéen.
- Le nerf tibial postérieur qui se divise en nerfs plantaire médial et plantaire latéral après avoir abandonné un rameau calcanéen médial.
- Le tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux, le plus dorsal.

Nous constatons que le paquet vasculo-nerveux tibial postérieur est situé entre les tendons des muscles : long fléchisseur des orteils et long fléchisseur de l'hallux, et que la division du nerf est toujours plus haute que celle de l'artère (photo 11).

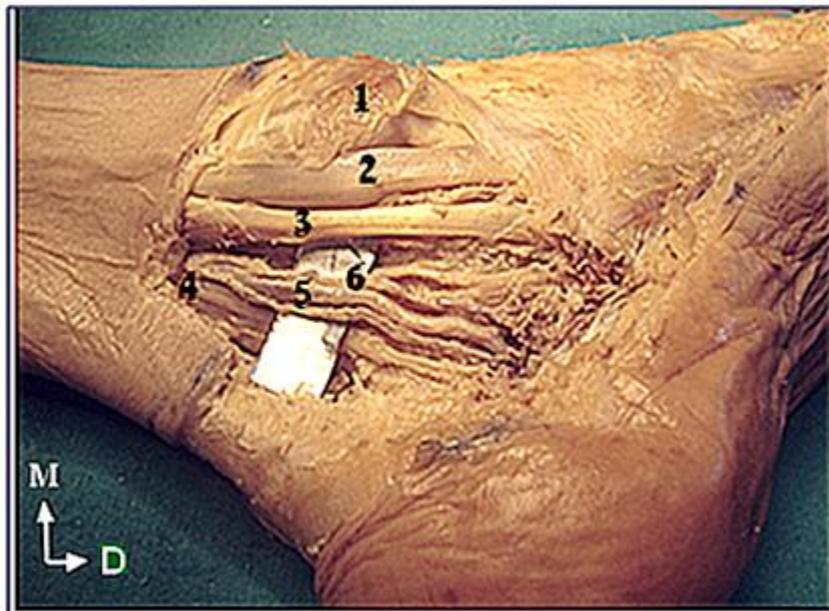


Photo 11. Vue médiale du pied gauche montrant l'espace rétro-malléolaire médial [Bruxelles 2016]

1-Malléole médiale, 2-Tendon du muscle tibial postérieur , 3-Tendon du muscle long fléchisseur des orteils, 4-Tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux, 5-Artère tibiale postérieure , 6-Nerf tibial postérieur.

- **L'espace rétro-malléolaire latéral**

Avant d'inciser le rétinaculum des fibulaires, on observe d'abord les tendons des muscles fibulaires ensemble dans leur gaine commune en haut et en arrière de la malléole latérale (photo 8), puis séparés à la face latérale du calcaneus (photo 12).

On incise ensuite l'aponévrose superficielle et nous mettons en évidence les éléments suivants (photos 8, 12) :

- En avant et au dessous de la malléole latérale : Le tendon du muscle court fibulaire.
- En arrière : Le tendon du muscle long fibulaire, qui recouvre le premier.
- L'artère fibulaire postérieure, branche terminale de l'artère fibulaire, qui descend derrière la malléole latérale en donnant plusieurs rameaux (photo 12).

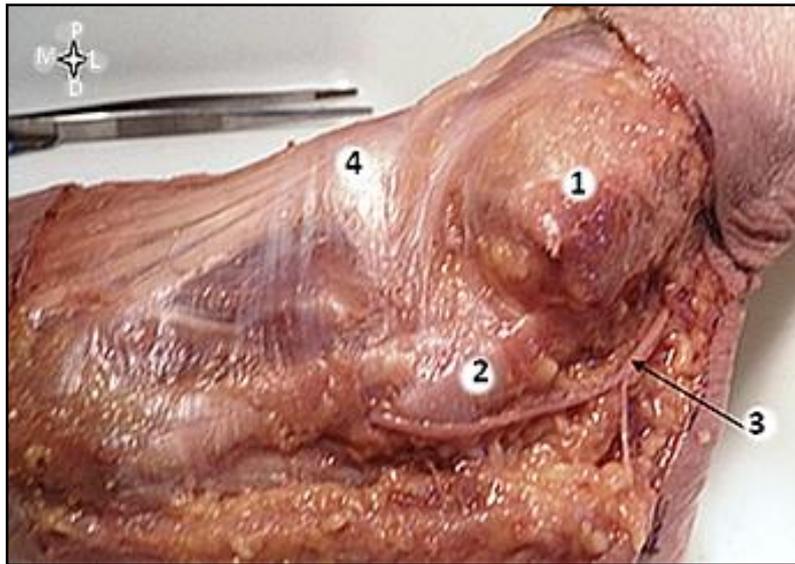


Photo 12. Vue latérale du pied gauche montrant l'espace latéral du cou-de-pied [Bruxelles 2016]

- | |
|---------------------------------|
| 1- Malléole latérale |
| 2- Gaine commune des fibulaires |
| 3- Artère fibulaire postérieure |
| 4- Aponévrose superficielle |

➤ **La région médiane du dos du cou-de-pied**

On nettoie la région du tissu cellulo-graisseux et on observe le tendon du muscle calcanéen, épais et résistant, se terminant sur la face dorsale du calcaneus (photo 13). Sur son bord médial on remarque le fin tendon du muscle plantaire (photo 13).

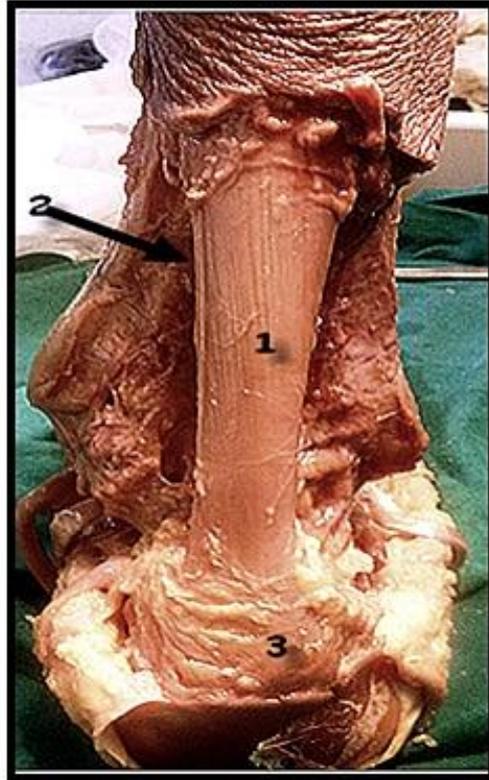


Photo 13. Vue de la région médiane du dos du cou-de-pied droit montrant le plan tendineux
[Bruxelles 2016]

- | |
|--|
| <p>1- Tendon calcanéen
2- Tendon du muscle plantaire
3- Le calcanéus</p> |
|--|

1.2.3.4. Le plan articulaire

Pour arriver à ce plan qui nous intéresse dans notre étude et pour bien mettre en évidence le complexe capsulo-ligamentaire, on doit tout d'abord sectionner les tendons situés sur les faces ventrale et dorsale de l'articulation de la cheville.

Quant aux tendons des muscles qui traversent les espaces latéral et médial (fibulaires, tibial postérieur et long fléchisseur de l'hallux), nous les préserverons dans un premier temps afin d'étudier leur rapports avec les ligaments des régions correspondantes.

Une incision au bistouri dans le sens transversal est réalisée au niveau de l'extrémité proximale des tendons des muscles long extenseur des orteils, tibial antérieur et long extenseur de l'hallux situés sur la face ventrale, et du tendon calcanéen situé sur la face dorsale de l'articulation talo-crurale.

Nous rabattons tous les tendons sectionnés vers le bas, on élimine le paquet vasculo-nerveux profond, on nettoie prudemment la zone articulaire afin de préserver l'intégrité de la capsule avec ses renforcements fibreux.

A- Étude de la capsule

Nous commençons par la face ventrale, et nous constatons que la capsule est de consistance très lâche particulièrement en son milieu, plus ferme à la périphérie, renforcée par des lamelles fibreuses, qui se confondent avec la structure de la capsule (photo 14).

Nous passons ensuite aux faces latérales de la cheville, et nous remarquons que la capsule est plus ferme, renforcée par des formations fibreuses mieux individualisées, et plus solides : ce sont les ligaments collatéraux de la cheville.

En arrière, la capsule est de consistance lâche, mince, et d'une grande laxité, renforcée par des tractus fibreux, dont le ligament calcanéo-fibulaire, plus évident s'étendant de la malléole latérale au calcanéus.

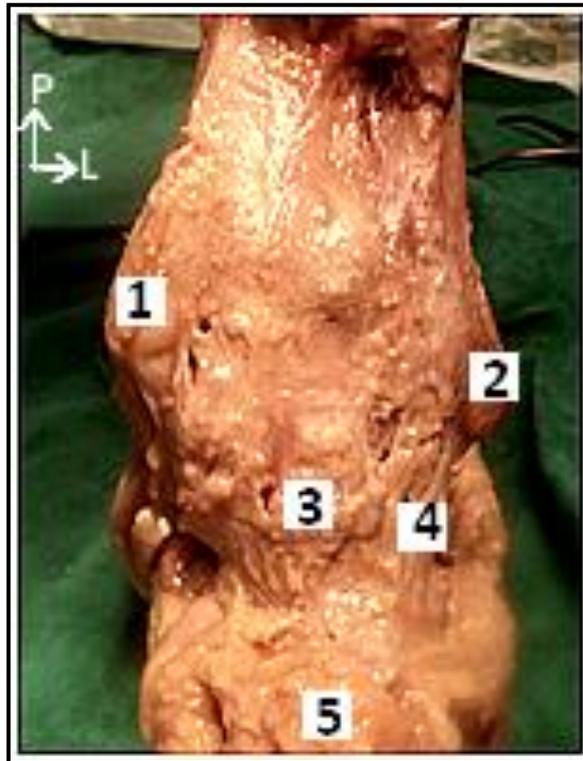


Photo 14. Vue dorsale du cou-de-pied droit montrant la capsule non sectionnée
[Bruxelles 2016]

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1- Malléole médiale2- Malléole latérale3- Capsule4- Ligament fibulo-calcanéen5- Tendon calcanéen sectionné |
|--|

Sur deux de nos pièces disséquées, nous avons remarqué la présence d'un tractus fibreux s'étendant entre les deux malléoles, sur la face dorsale et constituant le ligament intermalléolaire postérieur.

Ce ligament sera mieux étudié après incision de la capsule.

Dans un deuxième temps, on incise au bistouri dans le sens horizontal la capsule à la hauteur de l'interligne talo-crurale, et nous mettons à nu ses insertions repérées par un fil jaune sur le pourtour des surfaces articulaires à la limite du cartilage de revêtement (photo 15) :

- Sur la face ventrale, la capsule s'attache :
 - ✓ A quelques millimètres du revêtement cartilagineux du bord ventral du pilon tibial (photos 15,16).
 - ✓ Sur le col du talus à quelques millimètres du cartilage articulaire (photos 15,16).
- Ailleurs elle se fixe à la limite du revêtement cartilagineux.

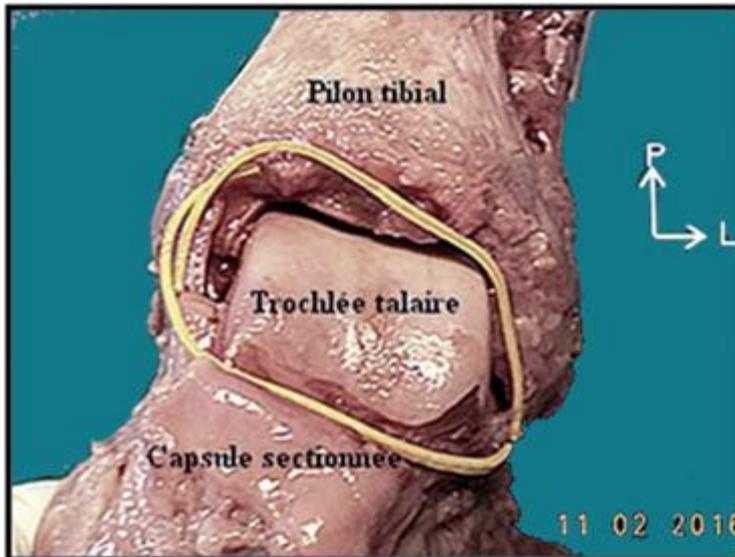


Photo 15. Vue ventrale des lignes d'insertions de la capsule d'une cheville droite (fil jaune) [Bruxelles 2016]

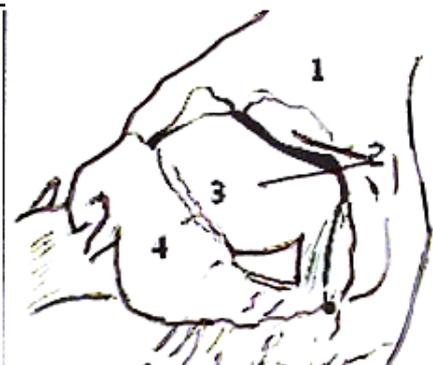
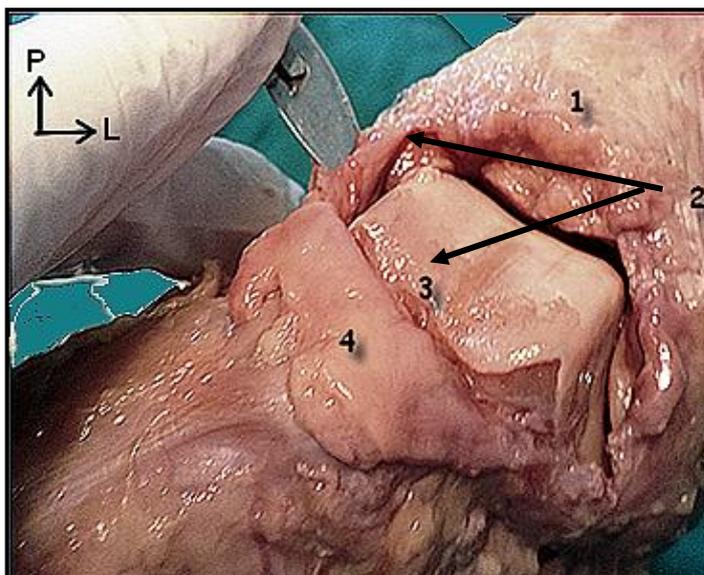


Figure 64

Photo 16 et figure 64. Vues ventrales de la capsule d'une cheville gauche [Bruxelles 2016]

1- Pilon tibial, face ventrale, 2-Revêtement cartilagineux du pilon tibial et du talus, 3- Col du talus, 4- Capsule sectionnée

B- Étude des ligaments

Les ligaments de la cheville sont des formations fibreuses qui unissent passivement les surfaces articulaires tibio-fibulo-talaire.

La lésion de ces ligaments au cours de certains mouvements forcés détermine l'entorse de la cheville.

La connaissance anatomique est donc nécessaire pour un bon diagnostic et une prise en charge adaptée et efficace.

Nous nous attèlerons dans notre travail sur sujets anatomiques à apporter une contribution à leur description.

Notre démarche est la suivante :

- Dans un premier temps, on repère les ligaments, on nettoie doucement la graisse et les filaments fibreux qui les masquent pour ne pas les léser.
- Ensuite, on procède comme c'est décrit dans les ouvrages d'anatomie à leur répartition par groupes : ventral, dorsal, médial et latéral pour l'articulation talo-crurale, et par ligaments distaux : antérieur, postérieur et interosseux pour la tibio-fibulaire distale.

Pour chaque groupe nous suivons le même protocole d'étude :

- Repérage des faisceaux.
- Précision des origines et terminaisons.
- Mesure des dimensions, longueur et largeur au point mort.
- Étude des rapports avec les structures avoisinantes.
- Recherche de variabilités anatomiques.

a- Les ligaments de l'articulation talo-crurale

➤ Le groupe ventral

Nous avons d'emblée remarqué l'absence de structures ligamentaires bien individualisées. Il s'agit en fait et comme c'est décrit dans tous les ouvrages anatomiques, de fibres de renforcement de la capsule orientées de haut en bas.

➤ Le groupe dorsal

Parmi les fibres de renforcement, nous remarquons sur deux chevilles un tractus fibreux bien individualisé, s'étendant transversalement entre les deux malléoles : c'est **le ligament intermalléolaire postérieur** (photo 17 et figure 65).

Il prend ses origines sur la face médiale de la malléole latérale au dessus de l'origine du faisceau postérieur du ligament collatéral latéral de la cheville (le talo-fibulaire postérieur), son trajet est légèrement oblique en haut et en dedans, entre le ligament tibio-fibulaire postérieur en haut et le faisceau postérieur du ligament collatéral latéral en bas. Il se termine sur la face médiale de la malléole médiale.

Ce ligament paraît être formé dans notre étude par deux faisceaux, l'un se terminant sur la face dorsale du talus et l'autre sur la face médiale de la malléole médiale (photo 19) comme c'est décrit par Bichat.

La mesure manuelle par réglette millimétrée au point mort donne une moyenne reportée au chapitre résultat.

Toujours sur une vue dorsale, on note la présence d'un ligament fin, long, tendu de la fibula jusqu'à la face dorsale du talus et à la partie supérieure de la face dorsale du calcaneus : c'est le ligament fibulo-talo-calcanéen qui appartient à l'articulation sub-talienne (photo 17 et figure 65).

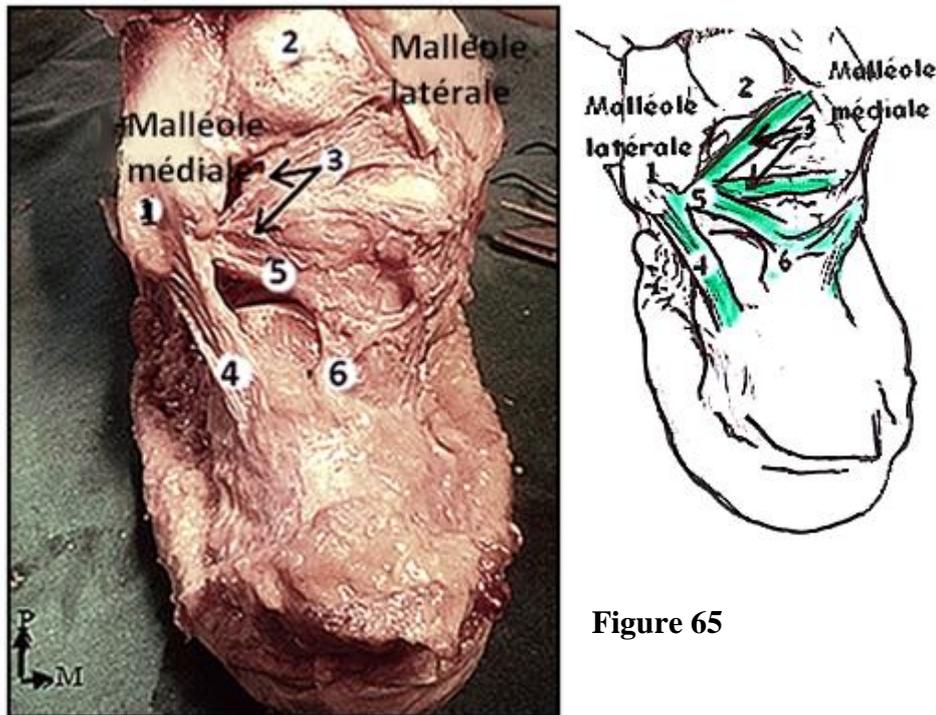


Figure 65

Photo 17 et Figure 65. Vues dorsales des ligaments de l'articulation tibio-tarsienne [Bruxelles 2016]

(Les flèches indiquent les faisceaux du ligament intermalléolaire postérieur)

1-Sillon fibulaire dorsal 2, Tubercule dorsal du pilon tibial, 3-Ligament intermalléolaire postérieur, 4-Ligament calcanéofibulaire, 5-Ligament talofibulaire postérieur, 6-Ligament talocalcanéen postérieur.

➤ Le groupe latéral

Le ligament collatéral latéral est le plus vulnérable en cas de mouvements forcés de la cheville, particulièrement l'inversion forcée. Pour cela nous avons pris plus de temps à l'étudier.

Sa mise en évidence est assez aisée car facilement repérable, faut-il d'abord le séparer de la capsule à laquelle il adhère par sa face ventrale.

Comme c'est décrit dans la littérature, les trois faisceaux qui le composent sont constants dans notre étude. Chaque faisceau est décrit séparément selon le protocole établi.

- **Le faisceau antérieur ou ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA)** (photo 18)

Ce faisceau est retrouvé sur toutes les pièces étudiées, de couleur blanc nacré, tendu du bord ventral de la malléole latérale à la face latérale du col du talus en avant de la facette articulaire fibulaire (photo 20).

Pour mieux préciser ses insertions osseuses sur le talus et sur la malléole latérale, on sectionnera plus tard ce faisceau, et on désarticulera les chevilles du côté latéral, puis on isolera chaque segment osseux à part, et on décrira les zones d'insertions (photos 20, 32).

La direction de ce ligament est légèrement oblique presque horizontale allant de haut en bas et de dehors en dedans en position neutre.

Il ne présente aucun rapport étroit avec les tendons des muscles fibulaires ni avec les tendons antérieurs. Le seul lien qu'il présente est son adhésion à la capsule articulaire.

Nous avons constaté qu'il était formé de deux faisceaux : l'un proximal et l'autre distal, séparés par un interstice qui livre passage à une branche de l'artère fibulaire et ceci seize fois sur les vingt quatre pièces étudiées (photo 18 et figure 66).

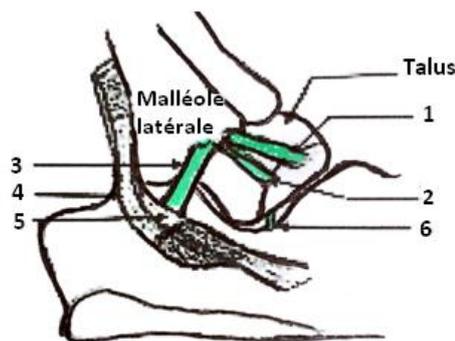
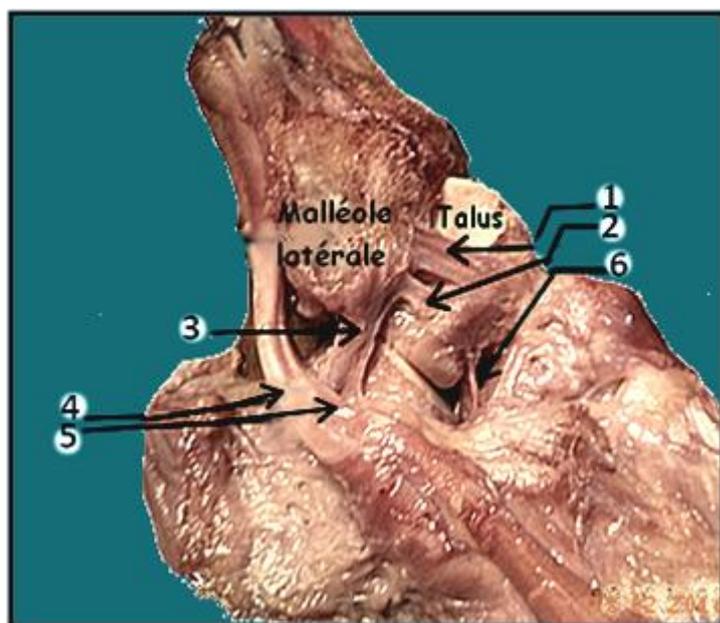


Figure 66

Photo 18 et figure 66 : Vues latérales de la cheville droite montrant la morphologie des faisceaux; antérieur et moyen du ligament collatéral latéral [Bruxelles 2016]

- 1- Faisceau proximal du ligament talo-fibulaire antérieur, 2- Faisceau distal du ligament talo-fibulaire antérieur, 3- Le ligament fibulo-calcanéen, 4- Tendon du muscle long fibulaire, 5- Tendon du muscle court fibulaire, 6- Ligament interosseux talo-calcanéen

Sur les huit pièces restantes, il n'était formé que par un seul faisceau (photo 19 et figure 67).

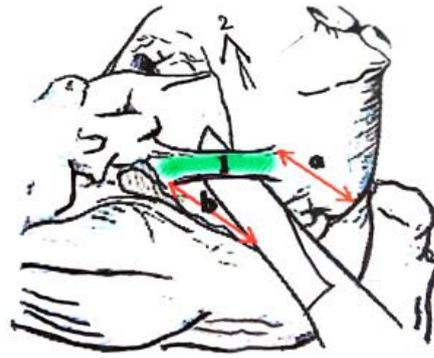
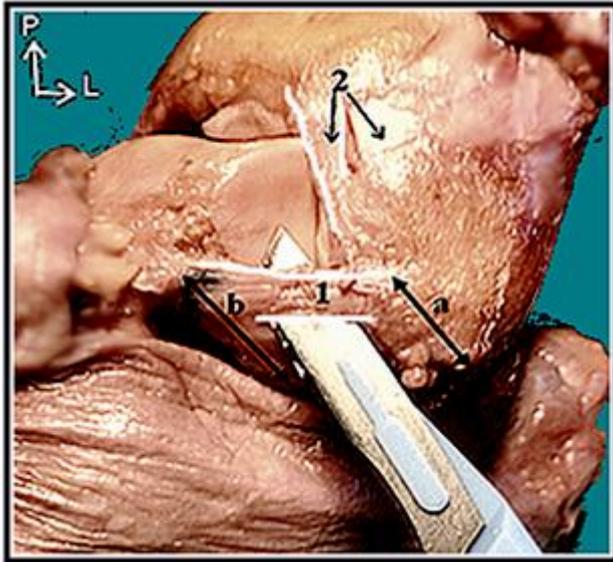


Figure 67

Photo 19 et figure 67 : Vues latérales d'une cheville gauche montrant le ligament talo-fibulaire antérieur formé d'un seul faisceau [Bruxelles 2016]

1-Ligament talo-fibulaire antérieur, 2- Ligament tibio-fibulaire antérieur distal
 a-Distance entre l'insertion fibulaire et l'apex de la malléole latérale.
 b-Distance entre l'insertion talaire et l'apex de la face latérale du talus.

Le faisceau proximal est plus long, plus épais et prend attache en haut sur le bord ventral de la malléole latérale au dessus de l'apex, et se termine à la face latérale du col du talus au dessous de la surface taillée en biseau de l'angle latéral du talus (photos 20, 32).

Le faisceau distal, plus petit, plus mince s'insère en dehors du précédent sur le bord ventral de la malléole latérale et se termine en dehors et un peu au dessous du faisceau proximal (photo 18).

Sur l'une des pièces, son origine était commune avec celle du ligament calcanéo-fibulaire, et ceci sur le bord ventral de la malléole latérale (photo 20 et figure 68).

On calcule la distance entre son insertion malléolaire sur le bord ventral et l'apex de la malléole latérale d'une part, et entre sa terminaison sur la face latérale du talus et l'apex de son processus latéral d'autre part (photo 19 et figure 67).

Pour l'étude morphométrique des ligaments au point mort, nous avons utilisé une réglette millimétrée, et avons mesuré les dimensions (longueur et largeur), du faisceau unique, et des faisceaux doubles, des deux chevilles droite et gauche, dont le but est de rechercher les différences structurelles et morphologiques.

Les résultats obtenus sont reportés au chapitre résultats.

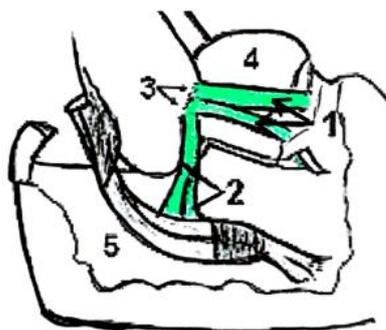
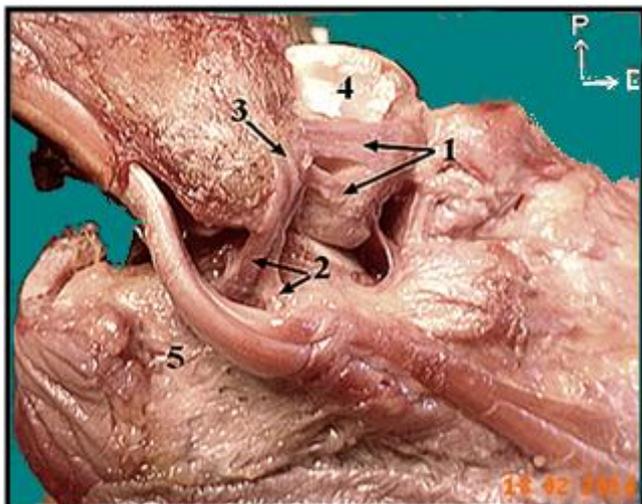


Figure 68

Photo 20 et figure 68 : Vue latérale d'une cheville droite montrant les deux faisceaux du ligament talo-fibulaire antérieur (1), les deux faisceaux du ligament calcanéofibulaire (2) et l'origine commune des deux ligaments sur le bord ventral de la malléole latérale (3) [Bruxelles 2016].

4-Talus, 5-Face latérale du calcanéus.

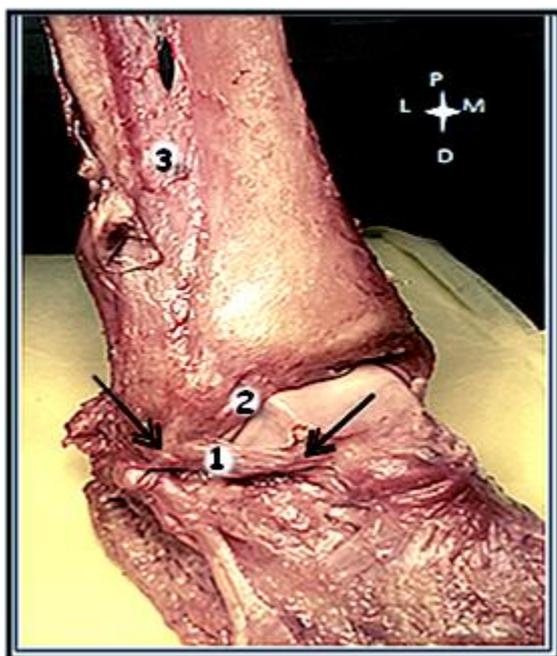


Figure 69

Photo 21 et figure 69. Vues ventrales montrant la cheville droite en position neutre [Bruxelles 2016]

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1- Ligament talo-fibulaire antérieur 2- Ligament tibio-fibulaire antérieur (bande distale) 3- Membrane interosseuse |
|---|

Nous remarquons que le ligament talo-fibulaire antérieur (1) est de direction horizontale, on observe ses insertions fibulaire et talaire (flèches noires).

- **Le faisceau moyen : le ligament calcanéo-fibulaire (photo 18)**

Latéralement et en dehors du précédent, on observe le faisceau moyen du ligament latéral de la cheville ; le ligament calcanéo-fibulaire (LCF).

Présent sur toutes les pièces disséquées, il est recouvert en grande partie par la gaine des tendons des muscles fibulaires qui le protège en haut.

Pour l'étudier nous devons dans un premier temps soulever les tendons fibulaires (photo 22) pour observer les rapports entre les deux, et dans un deuxième temps les sectionner pour le décrire (photo 23).

Situé anatomiquement au dessous et en arrière du ligament talo-fibulaire antérieur, sa face superficielle est en contact avec les tendons des muscles fibulaires et leur gaine synoviale qui le couvre presque en entier. Sa face profonde est séparée de l'interligne tibio-talaire par un petit intervalle de quelques millimètres (photos 22, 23, 24).

Dans notre présente étude il s'agissait d'un seul faisceau, sur tous les spécimens étudiés à l'exception de deux où le ligament était formé de deux faisceaux (photo 20 et figure 68), de couleur blanc nacré, plus long et plus épais que le faisceau antérieur (photo 24 et figure 70).

Depuis son insertion sur la face latérale et sur le bord ventral de la malléole latérale, il se portait en arrière et en bas, en passant au dessus de la pointe malléolaire, pour se terminer sur la face latérale du calcaneus en arrière et au dessus du tubercule des fibulaires (photo 17). Cette terminaison est retrouvée sur toutes les pièces disséquées (photo 17, 24).

Ce ligament est en étroite relation avec le ligament talo-calcanéen latéral, situé en arrière et à quelques millimètres de lui.

Nous avons complété la description de ce ligament comme pour le précédent et en suivant le même protocole, par l'étude morphométrique en position neutre et par la mise en tension qui sera mieux détaillée en anatomie fonctionnelle.

L'angle que fait ce ligament avec le plan longitudinal joue un rôle important dans la stabilité de la cheville. Nous avons pris le soin de le mesurer en maintenant la cheville en position neutre, et en utilisant un rapporteur.

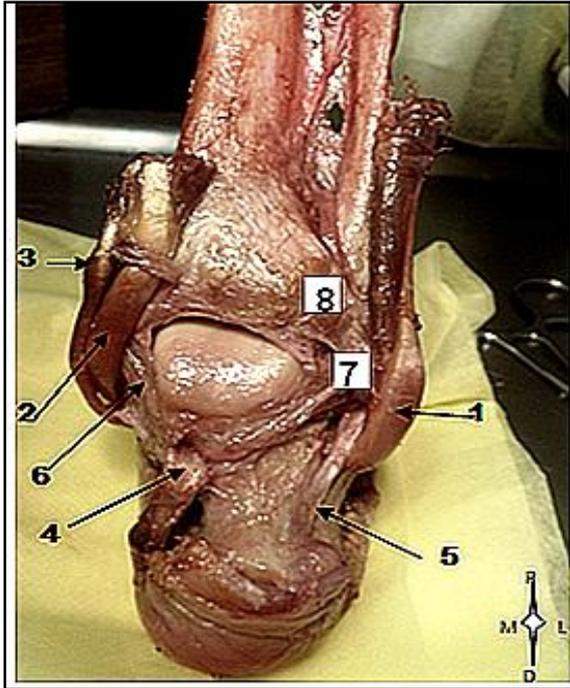


Photo 22 [Bruxelles 2016]

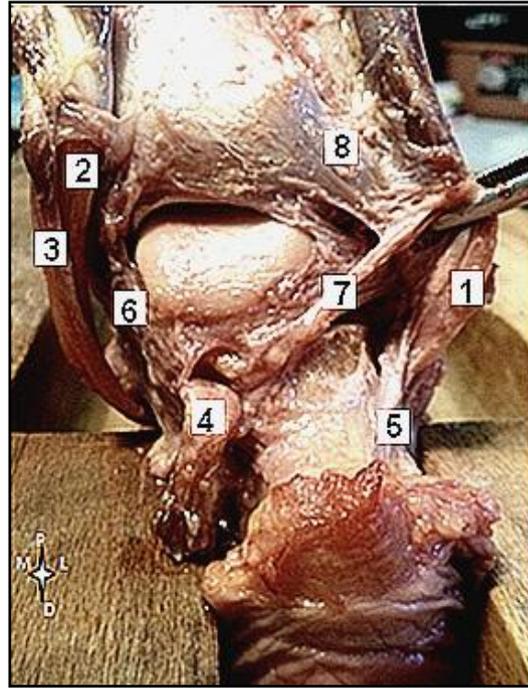


Photo 23 [Bruxelles 2016]

Photos 22 et 23 : Vues dorsales de la cheville droite montrant les rapports du faisceau moyen du ligament collatéral latéral avec la gaine des tendons des muscles fibulaires en place (22) et écartés (23).

On remarque le trajet oblique en bas et en arrière du ligament calcanéofibulaire (5), qui soulève les tendons des fibulaires (1) contenus dans leur gaine.

- 1- Tendons des muscles fibulaires dans leur gaine commune
- 2- Tendon du muscle long fléchisseur des orteils
- 3- Tendon du muscle tibial postérieur
- 4- Tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux
- 5- Ligament fibulo-calcanéen
- 6- Faisceau postérieur du ligament médial
- 7- Ligament fibulo-talo-calcanéen
- 8- Ligament tibio-fibulaire postérieur distal
- a- Angle du ligament fibulo-calcanéen avec l'axe de la jambe

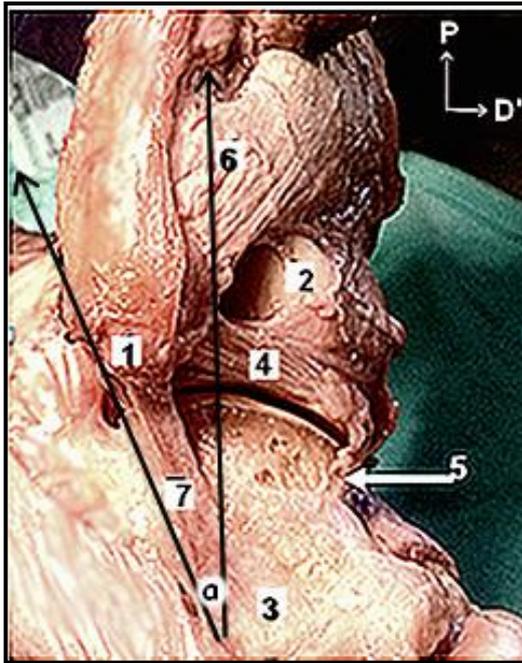


Figure 70.

Photo 24 et figure 70. Vues latérales des ligaments d'une cheville gauche [Bruxelles 2016]

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1- Apex de la malléole latérale 2- Face latérale du talus 3- Face latérale du calcaneus 4- Ligament talo-fibulaire postérieur 5- Ligament talo-calcaneen postérieur 6- Ligament tibio-fibulaire postérieur 7- Ligament fibulo-calcaneen a- Angle du ligament fibulo-calcaneen avec l'axe de la jambe |
|---|

• **Le faisceau postérieur : le ligament talo-fibulaire postérieur (LTFP)**

Pour montrer le faisceau postérieur qui complète en arrière le plan ligamentaire latéral, nous sectionnons le tendon calcaneen et la capsule, on nettoie la région des pelotons graisseux et nous soulevons les tendons des fibulaires.

Le faisceau apparaît sous forme d'une bande fibreuse, de forme trapézoïde, blanche, très épaisse, résistante, formée par plusieurs fibres, tendues transversalement de la face médiale de la malléole latérale au dessous et en arrière de la face articulaire au tubercule latéral de la face dorsale du talus (photo 23).

Sur l'une des pièces, ce faisceau postérieur se termine sur l'os trigone du talus trouvé dans un seul cas (photo 17), et se prolonge en bas par le ligament talo-calcaneen postérieur (photos 17, 24).

Sur deux pièces étudiées, on observe quelques fibres qui se détachent de ce ligament pour aller rejoindre un tractus fibreux tendu entre les deux malléoles (photo 17).

L'insertion fibulaire du faisceau postérieur du ligament collatéral latéral (LCL) est toujours profonde, ce que nous avons constaté après section des faisceaux antérieur et moyen du LCL et séparation incomplète des surfaces articulaires (photo 25 et figure 71). En effet les zones d'insertions du ligament sont mieux visibles dans cette position (photo 25).

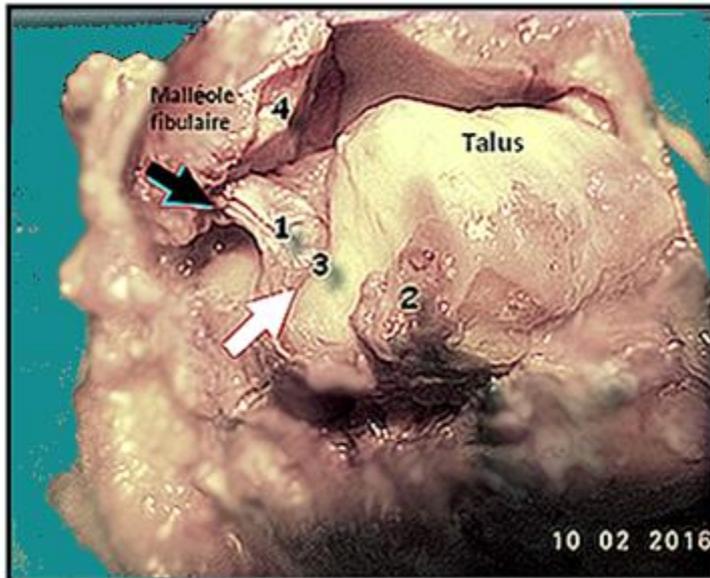


Figure 71

Photo 25 et figure 71. Zones d'insertions du ligament talo-fibulaire postérieur (1) après section des faisceaux antérieur (2) et moyen du ligament collatéral latéral [Bruxelles 2016]. *La flèche noire indique l'insertion fibulaire au dessous et en arrière de la facette articulaire (4), et la flèche blanche indique l'insertion talaire sur la face dorsale du talus (3).*

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1- Ligament talo-fibulaire postérieur 2- Ligament talo-fibulaire antérieur sectionné 3- Insertion talaire 4- Facette articulaire fibulaire |
|---|

Nous complétons notre description par une étude morphométrique, et par la mise en tension du ligament en suivant la même démarche que pour les faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral.

Les résultats obtenus sont reportés sur des tableaux au chapitre résultats.

➤ **Le groupe médial**

Sur le plan médial, l'articulation de la cheville est solidarisée par le ligament collatéral médial (LCM), retrouvé sur toutes les pièces étudiées.

Nous commençons notre étude par dégager les plans superficiels de la région médiale du cou-de-pied. Au plan tendineux, nous constatons que les tendons du muscle tibial postérieur et du muscle long fléchisseur des orteils recouvrent en avant le plan capsulo-ligamentaire.

Nous éliminons la capsule en douceur, mais préservons les deux tendons en place. Nous exposons le ligament collatéral médial, et nous notons que par sa face superficielle il présente des rapports étroits avec la gaine du tendon du muscle tibial postérieur et du muscle long fléchisseur de l'hallux, qui le couvre de la même manière que le ligament calcanéo-fibulaire est recouvert par la gaine des fibulaires (photo 25 et figure 71).

Nous sectionnons ensuite ces tendons, et nous cherchons à individualiser les deux couches décrites dans les ouvrages d'anatomie. Nous constatons que ce ligament est très épais, et qu'il présente des insertions basses différentes, ce qui suppose la présence de deux couches, superficielle et profonde (photo 26).

Nous décrivons chaque couche à part.

- **La couche superficielle : le ligament deltoïde**

Formée par plusieurs fibres qui dessinent une large bande, épaisse, de forme triangulaire à sommet supérieur, située sur le bord ventral et l'apex de la malléole médiale, et à base inférieure curviligne qui se fixe d'avant en arrière sur l'os naviculaire, le talus, le calcaneus, et sur les moyens d'union qui existent entre ces os (photo 26 et figure 72).

A partir de ces insertions, nous avons pu déterminer trois faisceaux sur l'ensemble des chevilles étudiées (photo 26 et figure 72).

- 1- Un faisceau postérieur tibio-calcaneen, dont les fibres se dirigent obliquement en bas et en arrière et se fixent sur la face médiale du calcaneus en arrière du sustentaculum tali. Ce faisceau est très résistant.
- 2- Un faisceau moyen, dont les fibres se dirigent verticalement en bas et se fixent sur le bec de la petite apophyse calcaneenne. Il participe à la formation du ligament calcanéo-naviculaire inférieur (le tibio-spring ligament).
- 3- Un faisceau antérieur tibio-naviculaire, dont les fibres vont du col du talus à l'os naviculaire en postéro-médial, et en s'insérant sur le ligament talo-naviculaire supérieur.

Les dimensions en position neutre sont prises et reportées sur des tableaux au chapitre résultats.

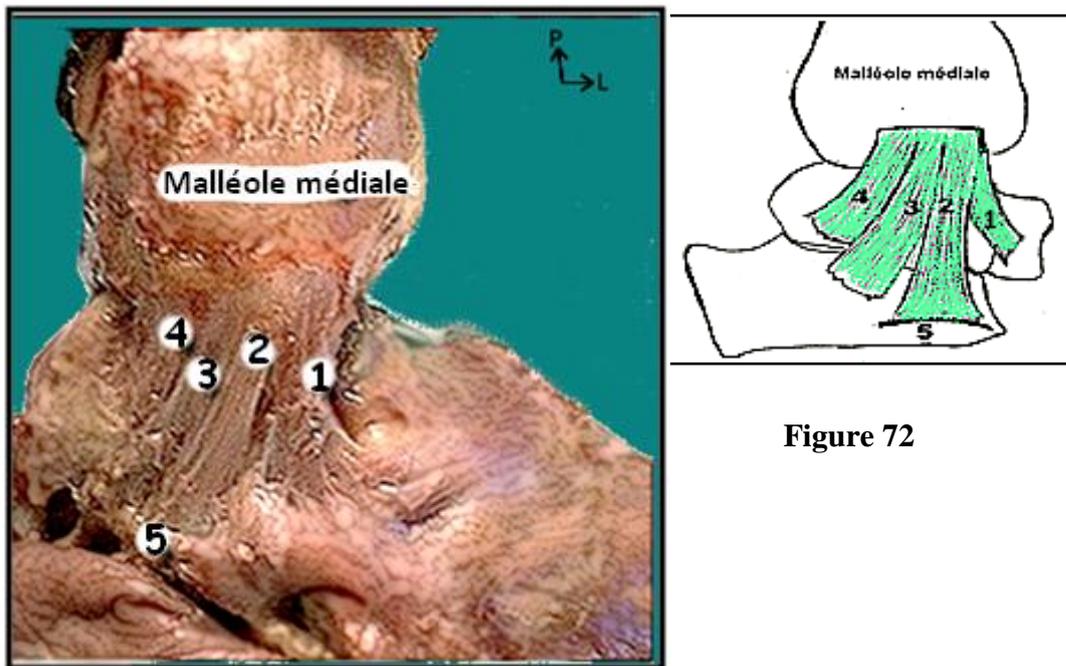


Figure 72

Photo 26 et figure 72. Vues médiales d'une cheville gauche montrant le ligament collatéral médial (couche superficielle) [Bruxelles 2016]

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1- Faisceau antérieur du ligament deltoïdien 2- Faisceau moyen du ligament deltoïdien 3- Faisceau postérieur du ligament deltoïdien 4- Faisceau postérieur du plan profond 5- Sustentaculum tali |
|--|

- **La couche profonde**

Nous incisons la couche superficielle après avoir pris ses dimensions, et mis en tension ses faisceaux en flexion plantaire et dorsale, et nous mettons à nu la couche profonde.

On constate que ces fibres sont plus courtes et débordent le plan superficiel en arrière.

Nous avons pu individualiser deux faisceaux qui prennent naissance sur l'apex de la malléole médiale, au dessous et en arrière des insertions du ligament deltoïde (photo 27 et figure 73).

Le faisceau antérieur se porte en avant et se fixe sur la face médiale du talus, et le faisceau postérieur se dirige en arrière pour se terminer sur la face dorsale du talus (photo 27).

Entre les deux couches se trouve un interstice (photo 27 et figure 73).

La prise des dimensions n'était pas aisée, voire impossible dans notre étude car les faisceaux qui composent la couche profonde étaient mal individualisés.

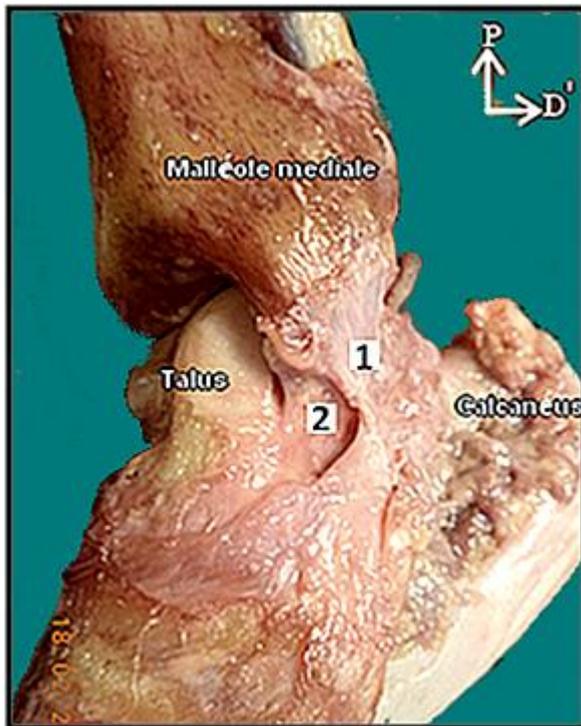


Figure 73

Photo 27 et figure 73. Vues médiales d'une cheville droite montrant le plan profond du ligament collatéral médial après section du ligament deltoïde [Bruxelles 2016]

- | |
|---|
| <p>1- Ligament deltoïde sectionné
2- Faisceau antérieur du plan profond</p> |
|---|

b- Les ligaments de la syndesmose tibio-fibulaire distale

Les extrémités distales des deux os de la jambe, sont unies par les ligaments tibio-fibulaires distaux antérieur et postérieur, et par le ligament interosseux.

Pour observer ces ligaments, nous avons dans un premier temps limité l'articulation tibio-fibulaire par un plan circulaire passant à deux cm de l'apex de la malléole médiale (photo 2), ensuite nous avons nettoyé la région de toutes les structures enveloppantes, de la superficie à la profondeur.

Nous préférons aller au-delà de la limite supérieure, jusqu'au quart inférieur de la jambe pour mieux exposer la membrane interosseuse, et nous suivons le même protocole que pour les autres ligaments.

- **Le ligament tibio-fibulaire antérieur distal**

Sur la face ventrale de l'articulation tibio-fibulaire distale, on trouve un ligament large, épais, quadrilatère, multifasciculaire, tendu obliquement de haut en bas et de dedans en dehors du bord ventral du pilon tibial au bord ventral de la malléole latérale, débordant de cinq mm les surfaces articulaires (photos 19,21).

Sur la totalité des chevilles étudiées, nous avons pu individualiser deux faisceaux : l'un proximal, le plus large et le plus épais et l'autre inférieur ou distal, plus fin, plus oblique vers le bas et dont la terminaison sur la malléole latérale semble être confondue avec l'origine du faisceau antérieur du ligament collatéral latéral (photo 19).

Les deux faisceaux sont séparés par des espaces vasculaires.

Après avoir pris ses dimensions et mis en tension ce ligament, nous séparons la mortaise tibio-fibulaire du talus pour étudier ses insertions profondes (photo 28).

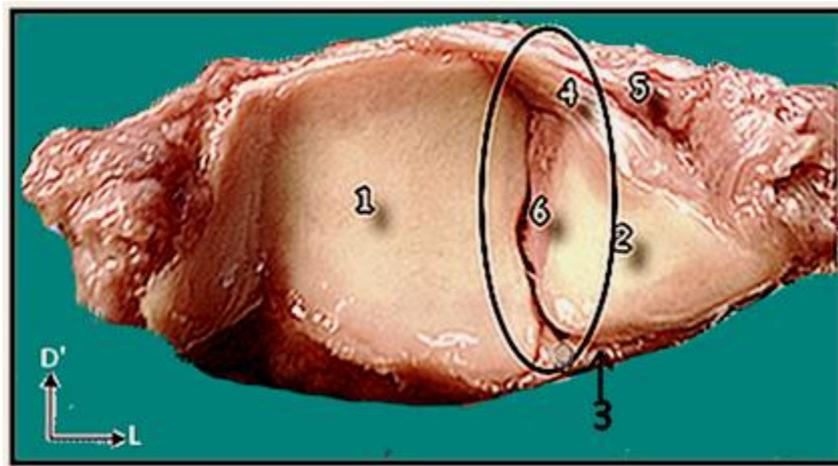


Photo 28 Vue caudale de l'articulation tibio-fibulaire distale [Bruxelles 2016]

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1- Surface articulaire distale du tibia 2- Surface articulaire de la malléole latérale 3- Faisceau distal du ligament tibio-fibulaire antérieur 4- Faisceau profond du ligament tibio-fibulaire postérieur 5- Faisceau superficiel du ligament tibio-fibulaire postérieur sectionné 6- Frange synoviale |
|--|

- **Le ligament tibio-fibulaire postérieur distal.**

En arrière, le ligament tibio-fibulaire distal est masqué par les tendons des muscles fibulaires qu'il convient d'enlever.

D'apparence plus épaisses et plus résistantes qu'en avant, ses fibres multiples sont légèrement oblique en bas et en dehors, de la partie latérale et dorsale du pilon tibial, jusqu'à la malléole latérale, le long du bord dorsal de la mortaise tibio-fibulaire (photos 22, 24, 28).

En soulevant ce ligament, nous constatons la présence d'un faisceau profond qui le double en arrière. Il est plus court, plus mince et se fixe d'une part sur la fosse malléolaire latérale et d'autre part sur le bord dorsal du pilon tibial en arrière du revêtement cartilagineux (photo 28).

- **Le ligament interosseux**

Il s'agit d'une masse de fibres courtes, tendues obliquement du bord latéral du tibia à la crête osseuse de la fibula, et s'arrêtant à quelques mm au dessus des surfaces articulaires. Il est perforé en bas par l'artère fibulaire (photo 29).

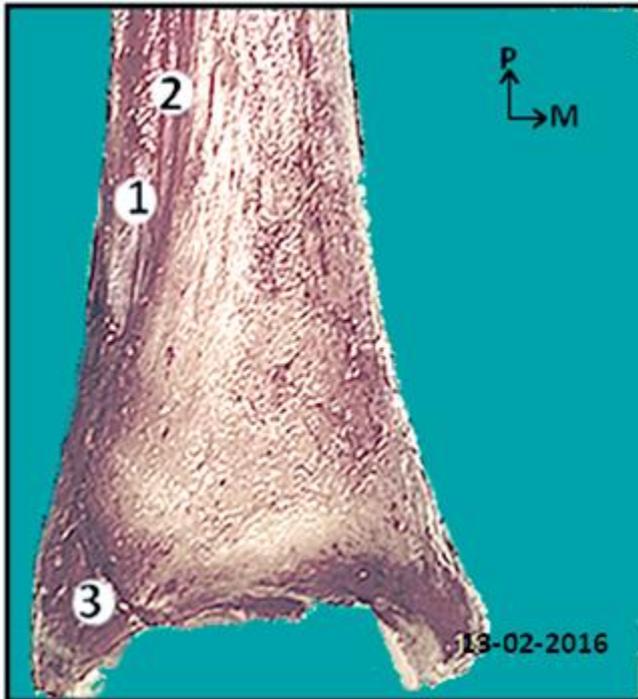


Photo 29. Vue ventrale de l'articulation tibio-fibulaire distale droite [Bruxelles 2016]

- | |
|---|
| 1- Ligament interosseux
2- Artère fibulaire
3- Ligament tibio-fibulaire antérieur |
|---|

C- Étude de la synoviale

Après une incision transversale de la capsule, nous observons sa face profonde qui est tapissée par la membrane synoviale (photo 30). Nous repérons ses insertions tout autour des surfaces articulaires là où s'arrête le revêtement cartilagineux.

Sur la face médiale de l'articulation, on observe une formation synoviale cylindrique, qui fait saillie dans la cavité articulaire et qui est en étroit contact avec la couche profonde du ligament collatéral médial.

Sur une vue caudale de la mortaise tibio-fibulaire, nous constatons la présence d'un prolongement synovial entre les extrémités distales des deux os de la jambe (photo 28).

Ce récessus synovial occupe les trois quart postérieurs de l'interligne tibio-fibulaire, et il est muni d'une frange adipeuse (photo 28).

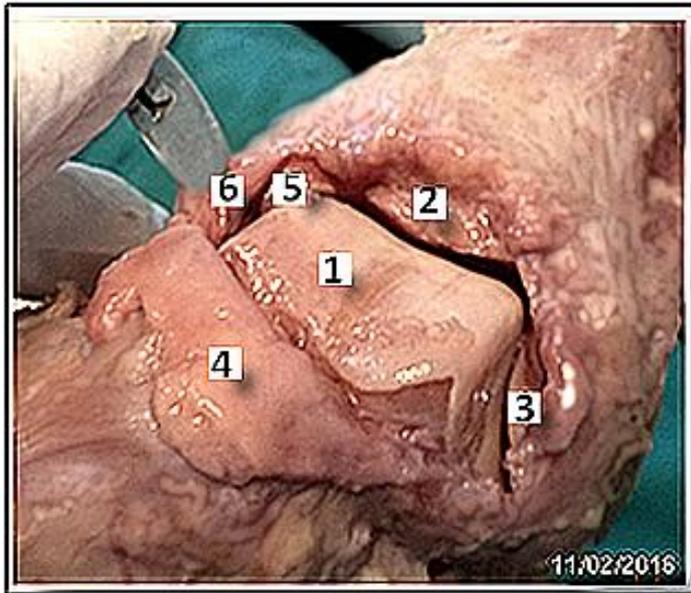


Photo 30. Vue ventro-latérale d'une cheville gauche montrant la capsule sectionnée et tapissée en profondeur par la synoviale [Bruxelles 2016]

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1- Cartilage articulaire de la trochlée 2- Cartilage articulaire du pilon tibial 3- Cartilage articulaire de la malléole latérale 4- Face profonde de la capsule tapissée de la synoviale 5- Formation synoviale en contact avec le ligament collatéral médial 6- Membrane synoviale |
|---|

D- Étude des surfaces articulaires

Pour séparer les surfaces articulaires les unes des autres, il convient de désarticuler les os de la cheville.

Nous faisons cette opération en trois temps :

- Séparer la mortaise tibio-fibulaire du talus.
- Séparer le tibia de la fibula en sectionnant les ligaments de la syndesmose.
- Séparer le talus du calcanéus en sectionnant le ligament interosseux talo-calcaneen.

1- Désarticulation de la mortaise tibio-fibulaire du talus.

Nous commençons par sectionner tous les ligaments qui relient l'extrémité distale de la jambe au pied.

Nous séparons ainsi la mortaise tibio-fibulaire, du talus (photo 31).

Par une vue caudale (photos 28, 31) :

- On étudie la forme des surfaces articulaires de la mortaise tibio-fibulaire.
- On précise les limites du cartilage de revêtement par rapport à l'os.
- On mesure les diamètres ; transversal et ventro-dorsal, et la distance entre les deux malléoles à l'aide d'une règle millimétrée.

Par une vue crâniale, nous étudions les surfaces articulaires du talus (photos 31,33) :

- On étudie la forme.
- On précise les limites du cartilage.



Photo 31 Vue crâniale des surfaces articulaires de la cheville droite [Bruxelles 2016]

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">1- Surface articulaire tibiale2- Surface articulaire fibulaire3- Surface articulaire talaire4- Ligament collatéral médial5- Frange synoviale tibio-fibulaire |
|--|

Les lignes noires indiquent l'orientation des surfaces articulaires plus larges en avant qu'en arrière.

2- Désarticulation de la syndesmose tibio-fibulaire distale.

Nous sectionnons le ligament tibio-fibulaire antérieur et le ligament interosseux, nous séparons les extrémités distales du tibia et de la fibula, et nous exposons ainsi les surfaces articulaires (photo 32) :

- On étudie leur forme.
- Nous recherchons la présence du cartilage articulaire et on précise ses limites quand il existe.
- On étudie la frange synoviale entre les deux os.

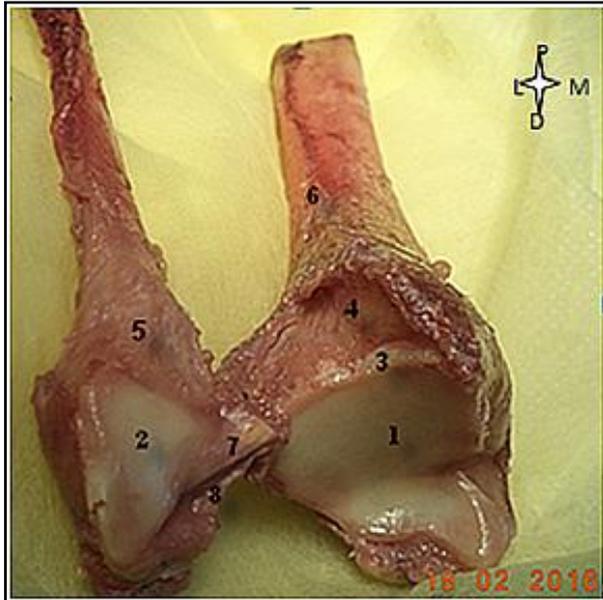


Photo 32. Vue ventrale des surfaces articulaires de la syndesnose tibio-fibulaire distale
[Bruxelles 2016]

1- Cartilage articulaire tibial, 2- Cartilage articulaire fibulaire, 3- Cartilage de l'incisure fibulaire, 4- Incisure fibulaire, 5-Surface articulaire fibulaire, 6- Insertion du ligament interosseux, 7- Faisceau profond du ligament tibio-fibulaire postérieur, 8- Faisceau superficiel du ligament tibio-fibulaire postérieur

3- Désarticulation talo-calcaneenne

Pour séparer le talus du calcaneus nous devons sectionner à l'aide d'un bistouri le ligament talo-calcaneen interosseux. Nous constatons d'emblée sa grande résistance (photo 33 et figure 74).

Une fois séparés nous procédons comme suit :

- On compare les formes des talus obtenues.
- On repère les zones d'insertions ligamentaires.
- On mesure la longueur, la largeur et la hauteur.

On réserve à la fin de l'étude une pièce de cheville droite de sexe masculin, amputée à l'union du quart inférieur et des trois quarts supérieurs pour isoler complètement l'articulation talo-crurale et la mettre en évidence. Ceci nous permet d'étudier les mouvements spécifiques de cette articulation.

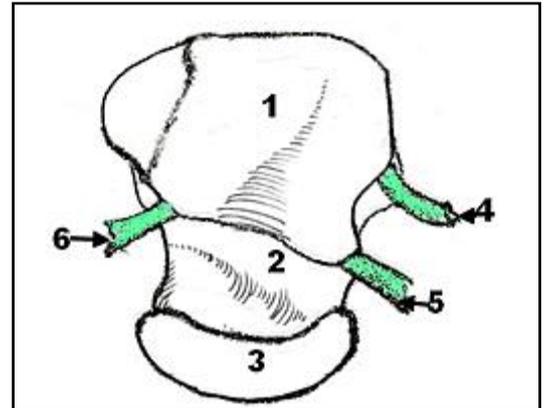
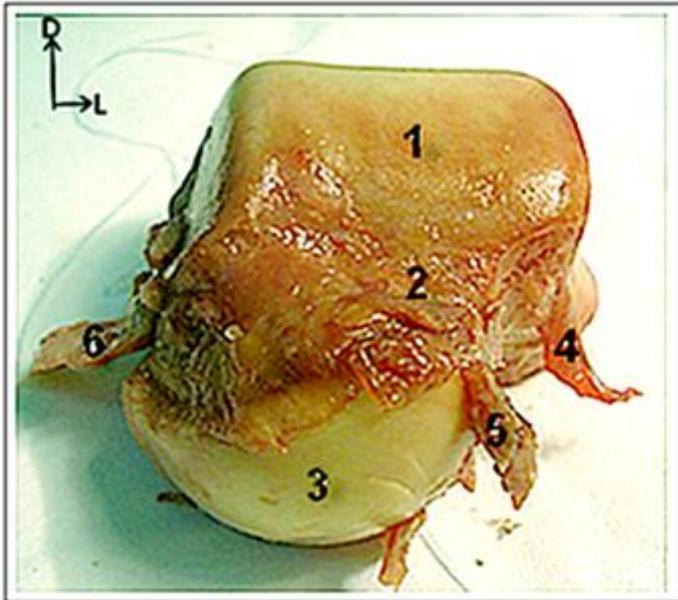


Figure 74

Photo 33 et figure 74. Vues antéro-latérales du talus montrant les insertions ligamentaires
[Bruxelles 2016]

- 1- Corps du talus
- 2- Col du talus donnant insertion à la capsule
- 3- Tête du talus
- 4- Zone d'insertion du ligament talo-fibulaire antérieur
- 5- Zone d'insertion du ligament talo-calcanéen latéral
- 6- Ligament tibio-talien antérieur

2. ANATOMIE FONCTIONNELLE

Nous nous attèlerons dans cette partie du travail à apporter plus de compréhension sur les mécanismes traumatiques, particulièrement ceux de l'entorse latérale pour sa fréquence et pour les complications qu'elle engendre, parfois invalidantes.

2.1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Nous avons utilisé deux méthodes d'étude : la dissection, et la cinématique pour analyser les mouvements de l'articulation talo-crurale.

2.1.1. La dissection

Nous avons utilisé les pièces de chevilles disséquées dans l'étude anatomique, et qui étaient au nombre de vingt-quatre, entre fraîches, et embaumées. Nous avons repéré les complexes ligamentaires médial et latéral, et individualisé les faisceaux pour chacun d'eux. Nous avons au préalable éliminé les éléments périarticulaires (tendons), mais préservé le ligament interosseux talo-calcaneen.

2.1.2. La cinématique de la cheville

Nous avons imprimé les mouvements de flexion plantaire, flexion dorsale, et le mouvement d'inversion à la cheville, et observé dans un premier temps la réaction des ligaments et le comportement des surfaces articulaires.

Dans un deuxième temps, nous avons pris leurs dimensions après leur mise en tension et nous avons reporté les résultats sur des tableaux (chapitre résultats).

Cependant, les mesures n'étaient possibles qu'en flexion plantaire et en inversion forcée, car les ligaments étaient dégagés et mieux explorés. Toutefois, nous n'avons pas inclus dans notre étude les ligaments postérieurs dont les ruptures sont rares.

Dans un troisième temps, nous avons simulé une entorse latérale de la cheville en lui imprimant un mouvement d'inversion forcée qui est la résultante d'une flexion plantaire, une adduction et une supination, et nous avons étudié la chronologie des lésions ligamentaires, et le siège de la rupture en réalisant une vidéo et des photos dans ce sens.

Nous avons pris une pièce cadavérique droite amputée à l'union des deux tiers supérieurs et du tiers inférieur entre les deux mains et lui avons imprimé une flexion plantaire associée à une adduction et à une supination.

Nous avons en première intention constaté le comportement des ligaments du complexe latéral, puis nous avons forcé progressivement le mécanisme jusqu'à rupture des faisceaux, et nous avons noté la chronologie des lésions tout en précisant leur siège.

Sur une deuxième pièce, nous avons appliqué un varus forcé brusque et brutal et provoqué la rupture du ligament talo-fibulaire antérieur, ceci afin de comparer le siège de la lésion en fonction de l'impact du traumatisme.

Nous avons répété cette expérimentation sur trois autres pièces.

Le ligament collatéral latéral, le plus touché dans les entorses est le premier étudié.

2.1.2.1. Étude qualitative : Mise en tension des ligaments et comportement des os

➤ Le ligament collatéral latéral

• En flexion plantaire

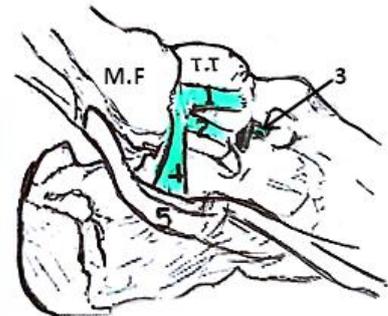
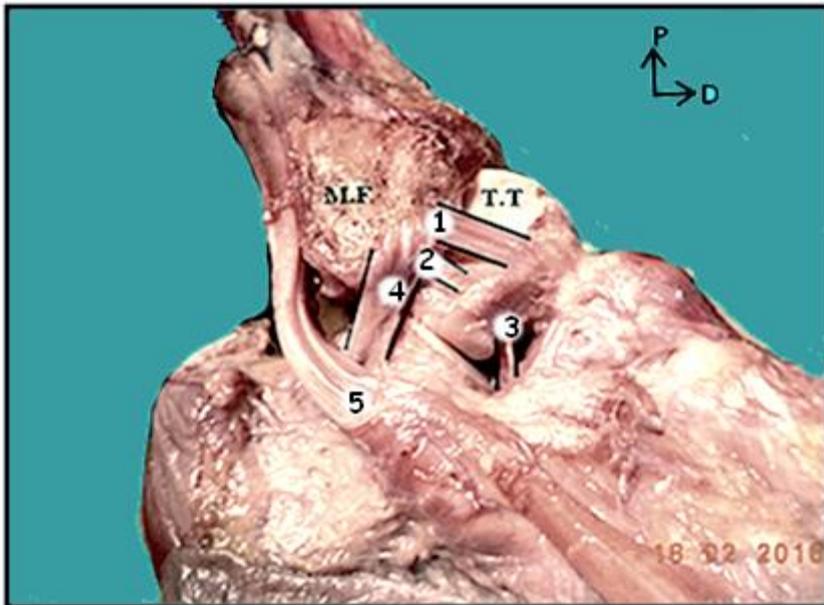


Figure 75

Photo 34 et figure 75. Vues latérales d'une cheville droite en flexion plantaire
[Bruxelles 2016]

Nous remarquons l'étirement du faisceau proximal (1) du ligament talo-fibulaire antérieur et le relâchement du faisceau distal (2) et du ligament fibulo-calcaneen (4).

Nous constatons également le dégagement de la trochlée du talus (T.T).

Le ligament talo-calcaneen interosseux (3) est également tendu en flexion plantaire.

M.F : Malléole latérale

T.T : Trochlée du talus

5 : Tendons des muscles fibulaires qui se luxent à la section de leur gaine.

- **En flexion dorsale**

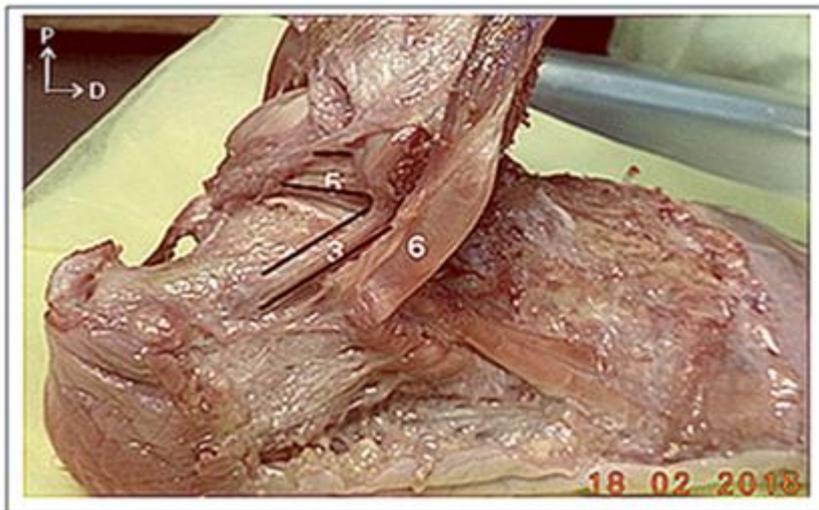


Figure 76

Photo 35 et figure 76. Vues latérales d'une cheville droite en flexion dorsale [Bruxelles 2016]

Nous remarquons l'étirement du ligament calcanéofibulaire (LCF) (3) et du ligament talofibulaire postérieur (LTFP) (5). Le tendon du muscle long fibulaire a été écarté (6). Le ligament talofibulaire antérieur est masqué par le pilon tibial.

- **En inversion forcée**

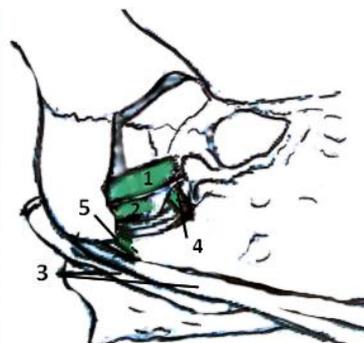
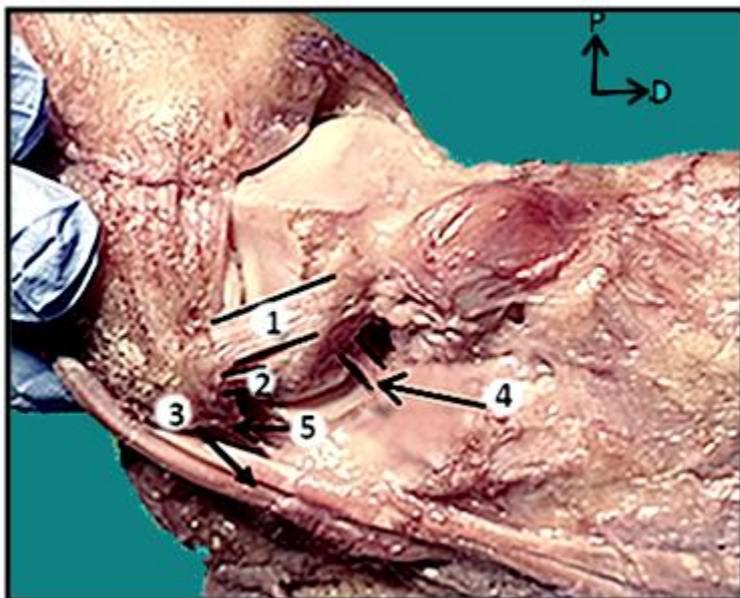


Figure 77

Photo 36 et figure 77. Vues latérales d'une cheville droite en inversion forcée [Bruxelles 2016]

Nous constatons un étirement maximal du ligament talofibulaire antérieur (1,2) et du ligament talocalcaneen interosseux (4) et un relâchement du ligament calcanéofibulaire, le LCF (5).

3-Tendons des muscles fibulaires.

➤ Le ligament collatéral médial (LCM)

• En flexion dorsale

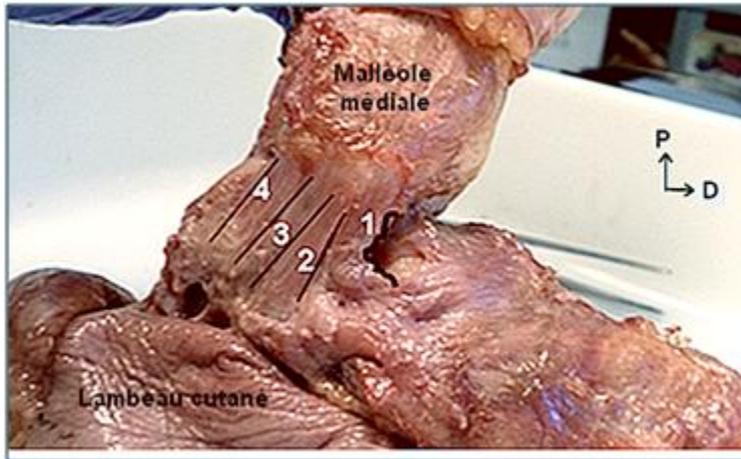


Figure 78

Photo 37 et figure 78. Vues médiales d'une cheville gauche en flexion dorsale [Bruxelles 2016]

Nous remarquons que les faisceaux, moyen (2) et postérieur (3) du ligament deltoïde et le faisceau postérieur(4) de la couche profonde du ligament collatéral médial sont tendus. Le faisceau antérieur (1) du ligament deltoïde est relâché.

• En flexion plantaire

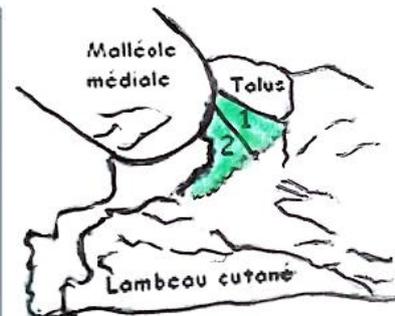
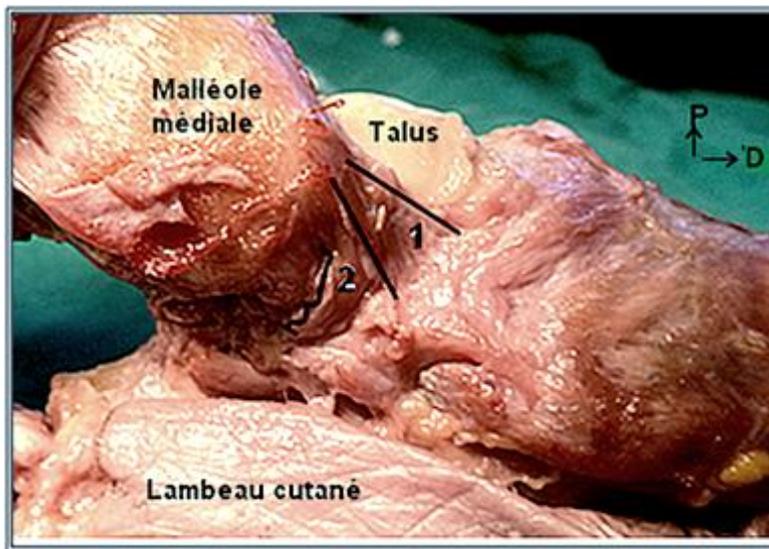


Figure 79

Photo 38 et figure 79. Vues médiales d'une cheville gauche en flexion plantaire [Bruxelles 2016]

Le faisceau antérieur (1) du deltoïde est tendu alors que le faisceau moyen (2) est relâché.

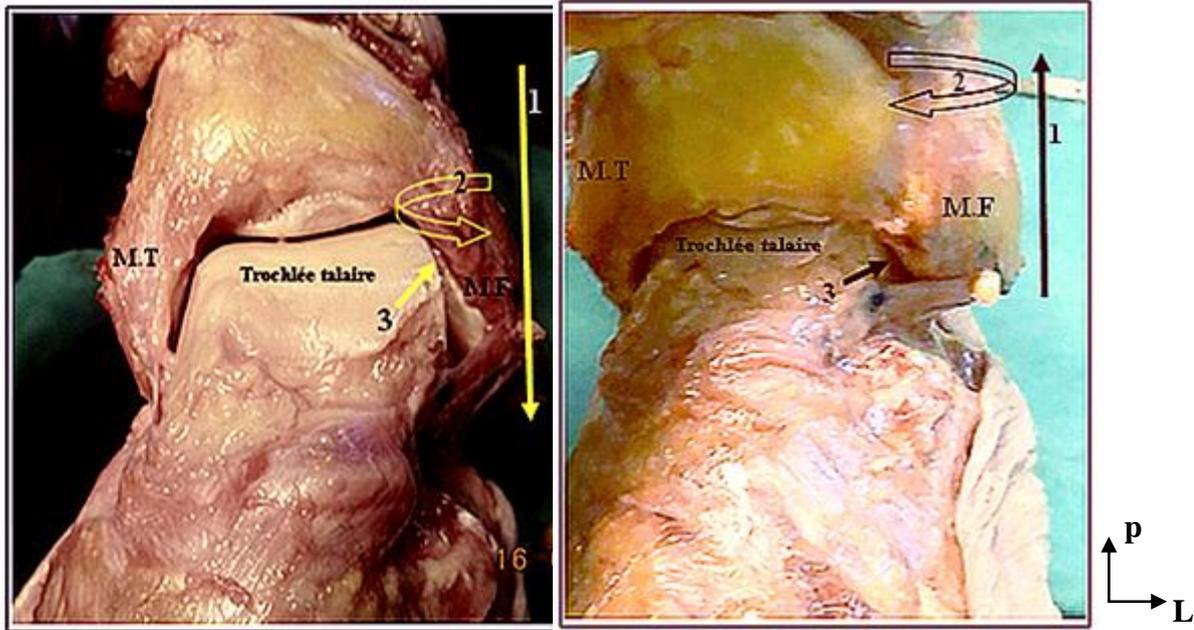


Photo 39 [Bruxelles 2016]

Photo 40 [Bruxelles 2016]

Photo 39. La flexion plantaire entraîne un abaissement de la fibula (1), sa rotation latérale (2), et une fermeture de la pince (3). On remarque le dégagement de la trochlée.

Photo 40. En flexion dorsale, on observe une ascension de la fibula (1), et sa rotation médiale (2), et une ouverture de la pince (3). On remarque la congruence talo-crurale.

2.1.2.2. Simulation de l'entorse latérale de la cheville

La blessure du ligament est fonction de la force et de la vitesse du traumatisme :

- Si le mécanisme se prolonge le ligament subit une élongation proportionnelle à la durée du mouvement.
- Si par contre le mécanisme est brutal le ligament subit une rupture.

❖ **Chronologie des lésions ligamentaires et siège de la rupture.**

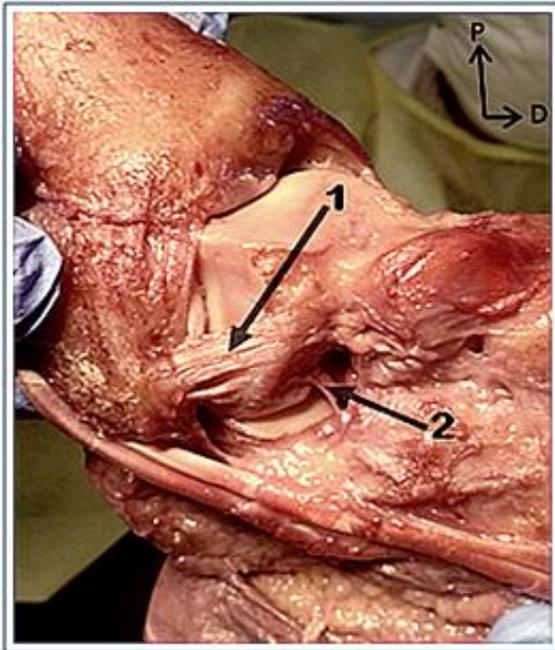


Photo 41. Vue latérale d'une cheville droite montrant la première étape du mécanisme lésionnel en varus équin [Bruxelles 2016]

On constate une élongation du ligament talo-fibulaire antérieur (1) et du ligament talo-calcanéen interosseux (2).

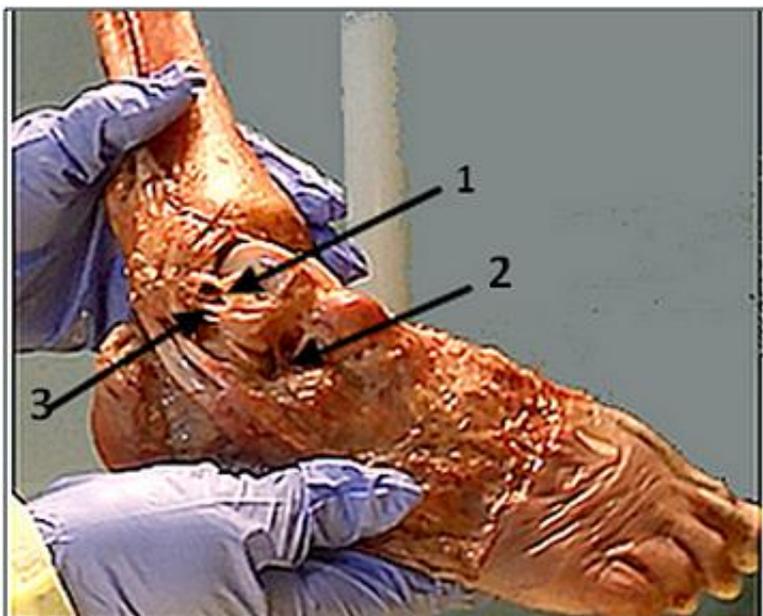


Photo 42. Vue latérale d'une cheville droite montrant la rupture du faisceau proximal du LTFA (1) au niveau de son insertion osseuse sur le talus [Bruxelles 2016]

On constate ici la préservation du ligament interosseux talo-calcanéen (2), et le début de la désinsertion du faisceau distal du LTFA (3)

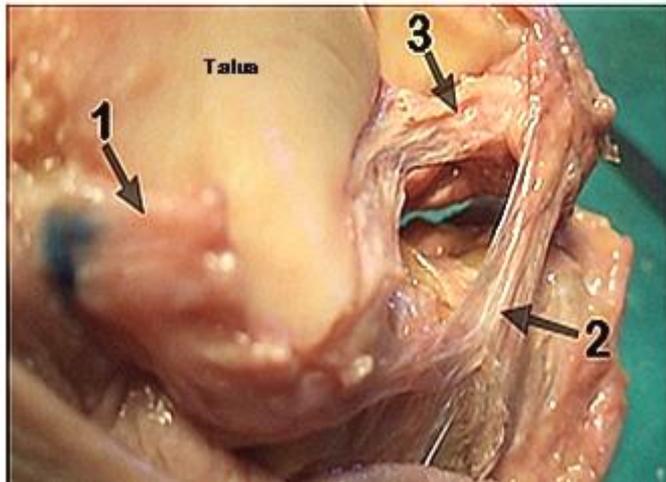


Photo 43. Vue latérale montrant l'élongation du LCF [Bruxelles 2016].

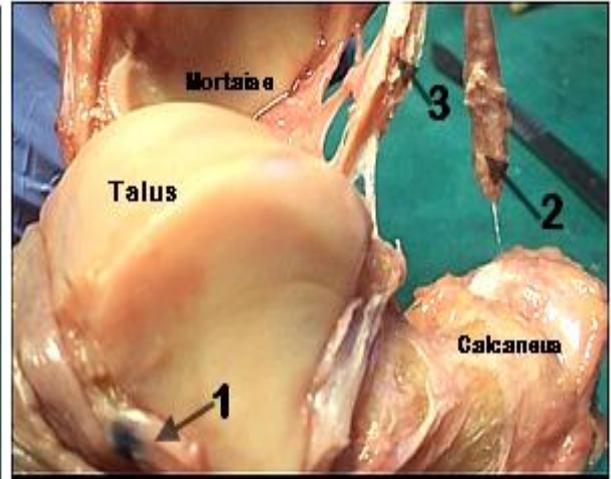


Photo 44. Vue latérale montrant la rupture du LCF [Bruxelles 2016].

*Lorsque le mécanisme lésionnel se prolonge dans la durée, nous constatons d'abord une élongation du ligament calcanéofibulaire (2) sur la **photo (43)**, puis sa rupture sur la **photo (44)** lorsque la force augmente.*

Le ligament talo-fibulaire antérieur est déjà rompu (1).

*Le ligament talo-fibulaire postérieur (3) se rompt à son tour dans le cas extrême (**photo 44**).*



Photo 45. Vue crânio-latérale d'une cheville droite montrant son déboitement total après rupture des trois faisceaux du ligament collatéral latéral [Bruxelles 2016].

2.1.2.3. Étude quantitative

Pour des raisons pratiques, nous avons pris les mesures des deux faisceaux du ligament collatéral latéral, l'antérieur et le moyen, les mieux individualisés, et les plus accessibles aux outils de mesure.

Le faisceau postérieur est tendu en flexion dorsale, son élongation n'est pas significative.

Les mesures ont été réalisées, en flexion plantaire et en inversion forcée, mouvements du mécanisme lésionnel, en plus de la flexion dorsale pour le faisceau moyen.

Les dimensions en position neutre ont été prises au préalable et les résultats comparatifs ont été reportés sur des tableaux (Chapitre résultats).

3. ANATOMIE RADIOLOGIQUE

Nous terminons notre travail sur cadavre, par une confrontation des photos de la dissection avec des images de scanner obtenues par examen radiologique d'une pièce cadavérique fraîche au CT scan.

Nous utilisons également une coupe axiale du pied prenant l'articulation de la cheville pour démontrer les structures anatomiques.

3.1. CT Scan de la cheville

Parmi les pièces de chevilles cadavériques adultes recueillies auprès du service de dons de corps du Laboratoire d'Anatomie de l'Université Libre de Bruxelles, nous avons réservé l'une d'elles, la mieux conservée et nous l'avons soumise à l'imagerie anatomique.

Ceci a été réalisé au niveau du service d'Imagerie du Laboratoire d'Anatomie situé au sous sol.

L'appareil utilisé est un scanner siemens Somatom 500 (photo 46).

La pièce étudiée est un segment de membre pelvien gauche d'un adulte de sexe féminin de 85 ans sans lésions apparentes, frais, amputé à l'union du tiers inférieur et des deux tiers supérieurs.

Pour des raisons pratiques, nous avons déposé la pièce en position horizontale parallèlement au plan de la table d'examen (photo 46).

Grâce aux images numérisées, nous avons fait une corrélation anatomo-radiologique avec les photos de dissection.

De plus, le traitement d'images nous a permis de faire des mesures numériques.



Photo 46. CT scan d'un segment distal d'un membre pelvien droit [Bruxelles 2016]

3.2. Coupe axiale de la cheville (photo 47)

L'une des pièces embaumées et conservées au Laboratoire d'Anatomie de l'Université Libre de Bruxelles, est une coupe axiale d'un pied prenant l'articulation de la cheville. Nous l'utilisons pour une corrélation anatomo-radiologique sur cadavre (photos 47, 48,49).

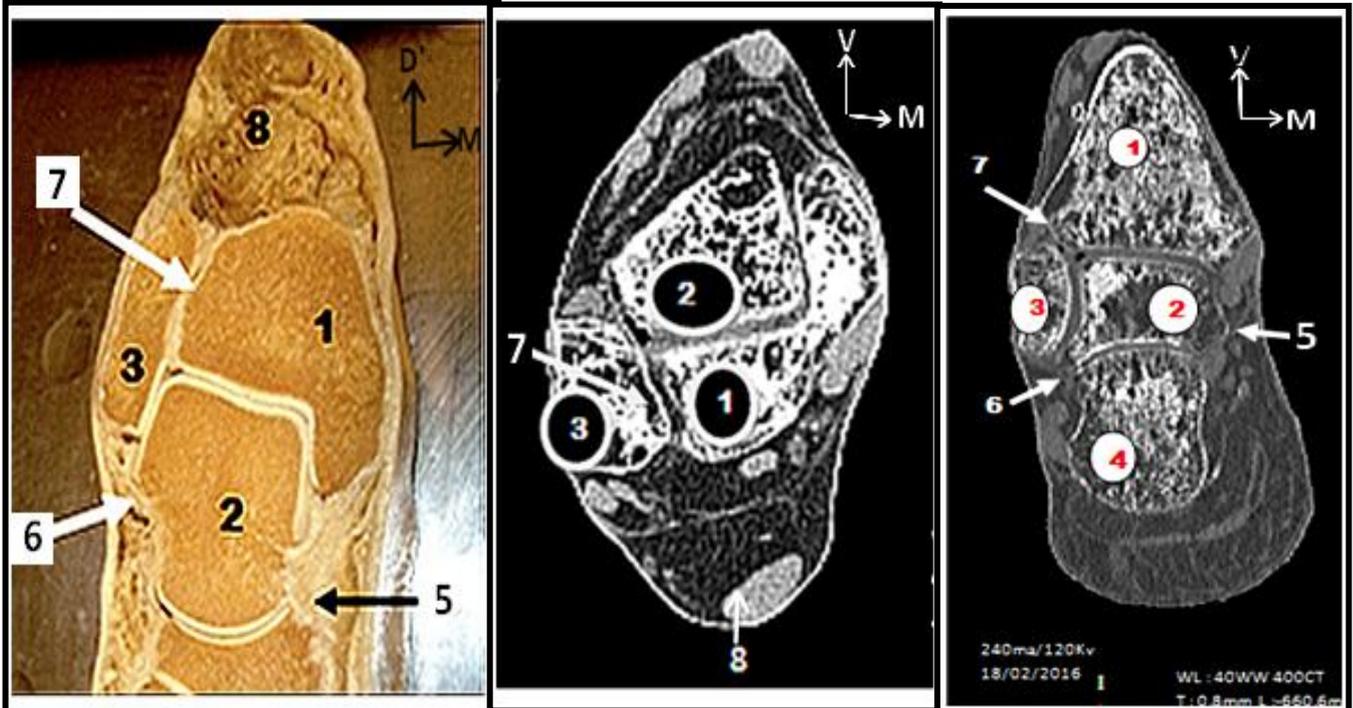
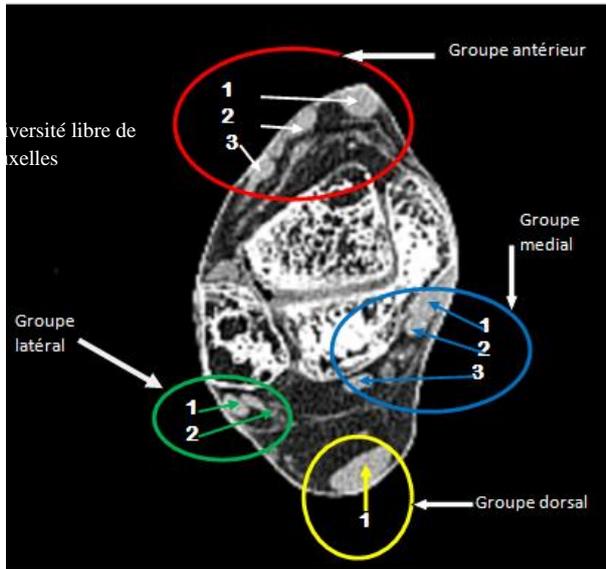


Photo 47. Coupe axiale d'une cheville gauche embaumée (Bruxelles 2016).

Photo 48. Coupe axiale au CT scan d'une cheville fraiche (Bruxelles 2016).

Photo 49. Coupe coronale au CT scan d'une cheville fraiche (Bruxelles 2016).

- 1- Tibia
- 2- Talus
- 3- Fibula
- 4- Calcanéus
- 5- Ligament collatéral médial
- 6- Ligament collatéral latéral
- 7- Syndesmose tibio-fibulaire distale
- 8- Tendon calcanéen



Groupe latéral

- 1- Muscle court fibulaire
- 2- Muscle long fibulaire

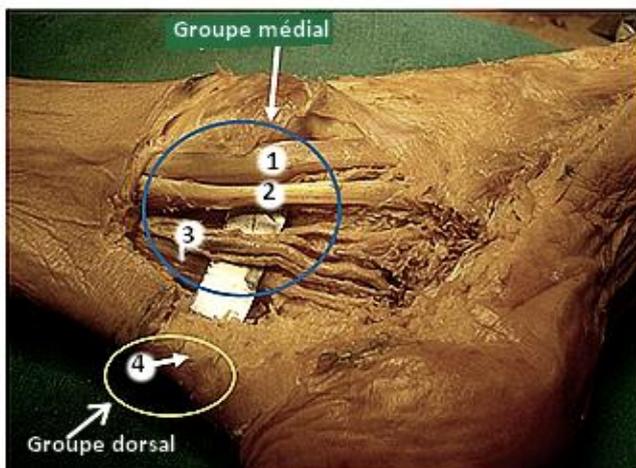
Photo 50.Coupe axiale de la cheville gauche montrant les tendons [Bruxelles 2016]



Groupe antérieur

- 1- Muscle tibial antérieur
- 2- Muscle long extenseur de l'hallux
- 3- Muscle long extenseur des orteils

Photo 51.Vue latérale d'une cheville gauche [Bruxelles 2016]



Groupe médial

- 1- Muscle tibial postérieur
- 2- Muscle long fléchisseur des orteils
- 3- Muscle long fléchisseur de l'hallux

Groupe dorsal

- 4- Tendon calcanéen

Photo 52.Vue médiale d'une cheville gauche [Bruxelles 2016]

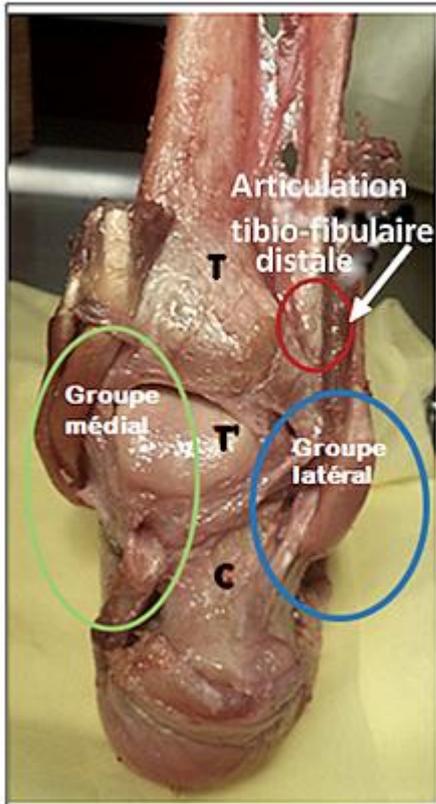


Photo 53. Vue dorsale d'une cheville droite (Bruxelles 2016)

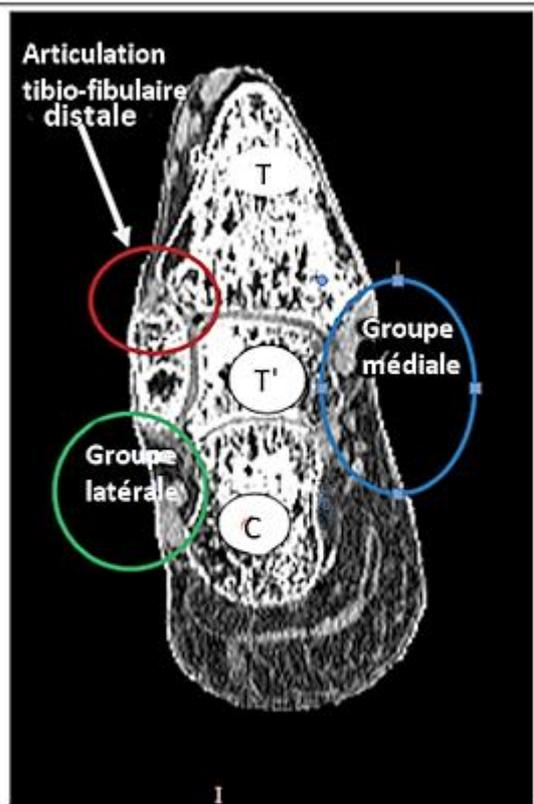


Photo 54. Coupe coronale de la cheville (Bruxelles 2016)

Confrontation anatomo-radiologique entre une vue dorsale de la cheville et une coupe coronale au CT scan.

T : tibia, T' : talus, C : calcaneus.

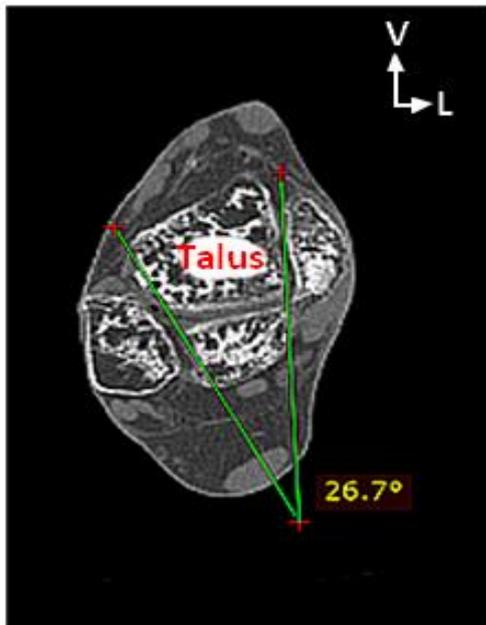


Photo 55. Angulation des surfaces articulaires (Bruxelles 2016).

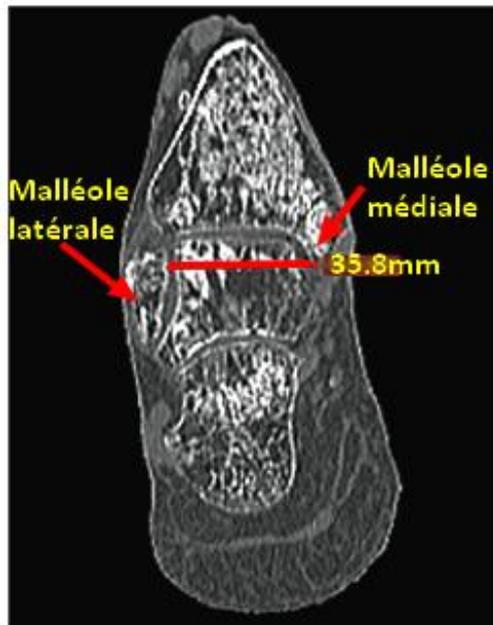


Photo 56. Mesure numérique de l'écart intermalléolaire (Bruxelles 2016).

B. CLINIQUE

Notre étude clinique de l'articulation talo-crurale est portée sur les lésions du complexe ligamentaire dans l'entorse de la cheville particulièrement l'entorse latérale.

Notre travail est divisé en deux parties :

- Une partie clinique qui comprend des données statistiques de l'entorse de la cheville.
- Une partie radiologique qui comprend l'étude morphologique et pathologique des ligaments de la cheville, plus spécialement le complexe ligamentaire latéral avec une confrontation radio-anatomo-clinique.

1. MATÉRIELS

1.1. CADRE DE L'ÉTUDE

1.1.1. Données statistiques

La collecte des données cliniques s'est déroulée au niveau de trois services de traumatologie : Le Centre Hospitalo-Universitaire de Ben Aknoun, l'Etablissement Hospitalier Spécialisé de Douéra, l'Hôpital Militaire Universitaire Spécialisé (HMUS Staouéli), et au niveau du Centre National de la Médecine et de la Science des Sports d'Alger.

1.1.2. Données radiologiques

Les données radiologiques d'échographie, d'IRM et d'arthroscanner, ont été colligées auprès de radiologues ostéo-articulaires dépendants, dans les cliniques d'ECCHIFA à Batna, et au Centre d'Imagerie LEKHAL à Blida (CIM). Nous avons également utilisé les dossiers cliniques de l'Hôpital Militaire Universitaire Spécialisé (HMUS Staouéli), et du Centre National de la Médecine et de la Science des Sports d'Alger (CNMSS).

1.2. TYPE DE L'ÉTUDE

Il s'agit d'une étude prospective, s'étalant au début, sur la période d'octobre 2015 à mars 2016, et complétée par la suite au mois de Janvier 2017. Elle concerne les données cliniques de 120 patients et l'analyse de 34 images d'échographie, 24 images par résonance magnétique et 10 images d'arthroscanner.

Sur les dossiers cliniques collectés au niveau des hôpitaux, exception faite pour l'hôpital militaire, et le centre national de la médecine de la science des sports, en dehors des radiologies standards de face et profil, aucune imagerie en coupe n'a été trouvée.

Pour cette raison nous nous sommes adressés aux structures privées d'imageries afin de compléter notre bilan.

1.3. POPULATION DE L'ÉTUDE

L'étude a porté sur les patients dont l'âge varie entre 16 et 50 ans, ayant présenté des lésions ligamentaires aiguës ou chroniques de la cheville à la suite d'un traumatisme.

L'étude a concerné la population sportive et non sportive.

1.3.1. Critères d'inclusion

Ont été inclus : les patients dont les examens cliniques révélaient une entorse de la cheville qu'elle soit aiguë ou chronique, latérale ou médiale.

1.3.2. Critères de non inclusion

- Les patients présentant des lésions osseuses visibles à la radiologie.
- Les patients présentant des fractures uni ou bimalléolaire.
- Les dossiers incomplets.

2. MÉTHODES

2.1. RECUEIL DES DONNÉES CLINIQUES

Nous avons exploité les dossiers médicaux recueillis au niveau des archives des services de traumatologie des hôpitaux sus-cités, les registres de consultations externes et les dossiers des malades suivis en rééducation fonctionnelle du centre national de la médecine de la science des sports.

Une fiche d'enquête a été établie afin de recueillir les données qui nous intéressaient. Un exemplaire est porté en annexe.

Le sexe, l'âge, les antécédents d'entorse, la notion d'instabilité, le type de l'activité sportive, le mécanisme traumatique, le type d'entorse, la forme d'entorse, l'exploration radiologique, le traitement reçu et l'évolution sont les critères d'évaluation dans notre étude.

2.2. RECUEIL DES DONNÉES RADIOLOGIQUES

Nous avons exploité les images d'échographie et d'imagerie par résonance magnétique qui ne présentaient pas de lésions ligamentaires pour l'étude morphologique et morphométrique des ligaments visibles, pour des fins comparatives avec les données anatomiques.

2.2.1. Échographie

Vingt-quatre images échographiques ont été collectées auprès de la clinique d'imagerie médicale (CIM LEKHAL BLIDA). Il s'agit de sujets jeunes, sportifs âgés entre 18 et 24 ans ne présentant pas de traumatismes apparents, mais parmi lesquels certains souffraient d'entorses récidivantes.

Le matériel utilisé est un échographe LOGIQ S8, la sonde est de haute fréquence L8-18i.

La position du patient est :

- En décubitus dorsal, genou fléchi à 90°, pied à plat en discrète rotation médiale pour mettre sous tension le plan capsulo-ligamentaire latéral, le ligament talo-fibulaire antérieur, et le ligament tibio-fibulaire distal.
- En décubitus latéral avec dorsiflexion du pied, pour mettre sous tension le ligament calcanéo-fibulaire, les tendons des muscles fibulaires, et le ligament collatéral médial.

Les faisceaux du ligament collatéral latéral (le moyen et l'antérieur) ont été explorés en coupe axiale et coronale.

Par ailleurs, nous avons exploité également les données échographiques (une dizaine), trouvées dans les dossiers des malades colligés dans les services sus-cités particulièrement le centre national de la médecine de la science des sports.

Malgré l'absence de traumatisme aigu récent, nous avons observé des cas de lésions capsulo-ligamentaires, diagnostiquées par le médecin radiologue.

Une étude morphologique et morphométrique du ligament collatéral latéral a été réalisée dans un but de confrontation aux données de la littérature.

L'exploration du faisceau postérieur du ligament collatéral latéral est mal aisée, et vu la rareté de sa rupture, nous ne l'avons pas inclus dans notre étude.

Le ligament collatéral médial a été exploré dans un but diagnostique seulement, il présente une morphologie mal individualisée qui rend l'étude morphologique et morphométrique difficile.

2.2.2. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

C'est l'examen de choix pour détecter les lésions au niveau de l'articulation de la cheville. Il est non invasif, et permet la description des tissus mous tels que les ligaments, les tendons et les muscles.

Techniquement, le patient est placé dans un mini-tunnel où règne un champ magnétique qui va engendrer la formation d'un signal à partir des noyaux d'hydrogène du corps du patient. Le signal va être analysé par un ordinateur qui permettra d'obtenir les images.

Le matériel utilisé est GE 1.5 T.

Il comporte une séquence T2 FAT SAT dans les trois plans de l'espace ainsi qu'une séquence sagittal T1.

- Dans une image pondérée en T1, la graisse apparaît hyper-intense (couleur claire) et l'eau hypo-intense.
- Dans une image pondérée en T2, l'eau apparaît hyper-intense (couleur claire) et la graisse un peu plus sombre que l'eau.

Une injection intraveineuse de contraste (chélates de gadolinium) peut être nécessaire, et l'étude s'effectue sur des coupes T1 FAT SAT.

Les données radiologiques collectées ont été traitées par le logiciel RADIANT DICOM Viewer 2.2.9.

Nous avons recueilli des coupes axiales et coronales de chevilles normales sans traumatismes d'entorses, et des images de chevilles présentant des lésions ligamentaires, chez des sujets adultes dont l'âge varie entre 16 et 40 ans.

Les images d'aspect normal nous ont permis de comparer les données radiologiques : points d'attache, dimensions et orientations des ligaments avec les données anatomiques de la dissection.

2.2.3. L'arthroscanner

Nous avons recueilli dix images d'entorses chroniques de la cheville à partir des dossiers de malades. Ceci nous a permis d'observer l'aspect des ruptures ligamentaires.

L'arthroscanner est la combinaison de l'arthrographie et du scanner, il se déroule en deux temps :

- 1- Injection d'un produit de contraste iodé dans l'articulation et utilisation des rayons X, le patient étant allongé sur la table de radiologie.
- 2- Examen tomodensitométrique en coupes axiales jointives de un à deux mm d'épaisseur, et qui doit se dérouler dans les trente mn après l'injection du produit de contraste.

Les images ainsi obtenues sont soumises à des reconstructions multiplanaires avant leur examen par le radiologue.

C. RESULTATS

1. RESULTATS DE LA DISSECTION

1.1. ANATOMIE DESCRIPTIVE

La dissection de vingt-quatre chevilles droites et gauches des deux sexes (tableau II), partant du plan superficiel au plan profond nous a permis d'établir les bilans suivants :

1.1.1. Le bilan musculaire

a- Variante anatomique

- *Le muscle troisième fibulaire* (péronier antérieur) est retrouvé à la face dorsale du pied dans 33.3% des cas (huit pièces sur les vingt-quatre étudiées) (figure 80). Sa prévalence est estimée à 40 % dans la littérature.

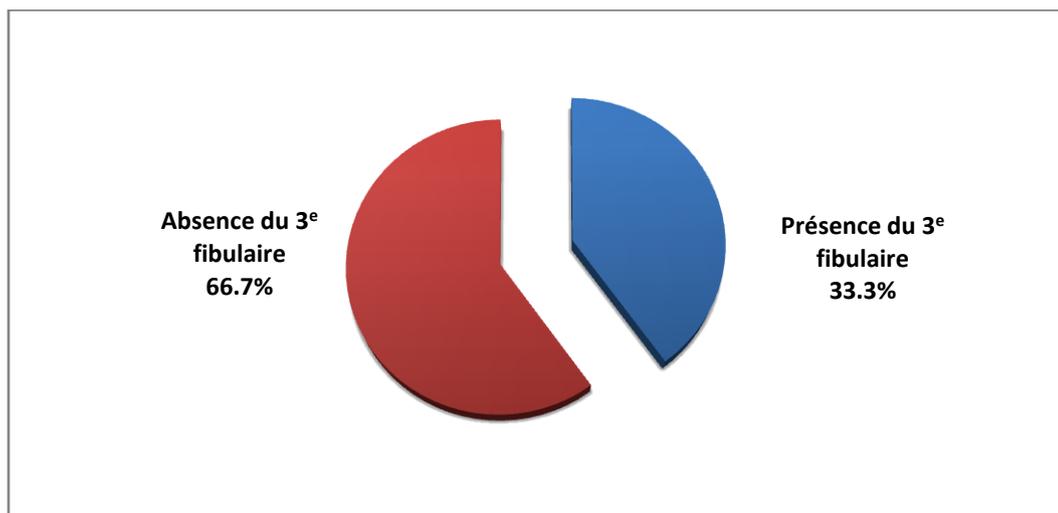


Figure 80. Fréquence du troisième fibulaire dans notre série

1.1.2. Le bilan ligamentaire

A- Les ligaments de la talo-crurale

- a- **Le ligament collatéral latéral (LCL)** : nous avons constamment trouvé les trois faisceaux.

Le faisceau antérieur, le ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA)

Nous avons trouvé un ligament quadrilatère et plat, présentant les variations suivantes :

- Dans 66,7% des cas (16/24 pièces) il présente deux faisceaux : proximal et distal.
- Dans 33,3% des cas (8/24 pièces) il présente un faisceau (figure 81).
- Le faisceau proximal est plus grand que le distal et les deux sont séparés par un interstice.
- Dans 4% (1/24 pièces), le LTFA et le LCF ont une origine commune sur le bord ventral de la malléole latérale.
- La distance entre le point d'insertion talaire du ligament talo-fibulaire antérieur et l'apex du processus latéral du talus est en moyenne de $16,4 \pm 2$ mm.
- La distance entre son point d'insertion malléolaire et l'apex de la malléole latérale est en moyenne de $15,2 \pm 1,6$ mm.

Les mesures du ligament talo-fibulaire antérieur y compris la moyenne et les écarts types de la longueur et la largeur sont résumées sur les tableaux III et IV.

Les valeurs comparatives entre le côté droit (dix spécimens) et le côté gauche (quatorze spécimens) sont reportées sur le tableau V.

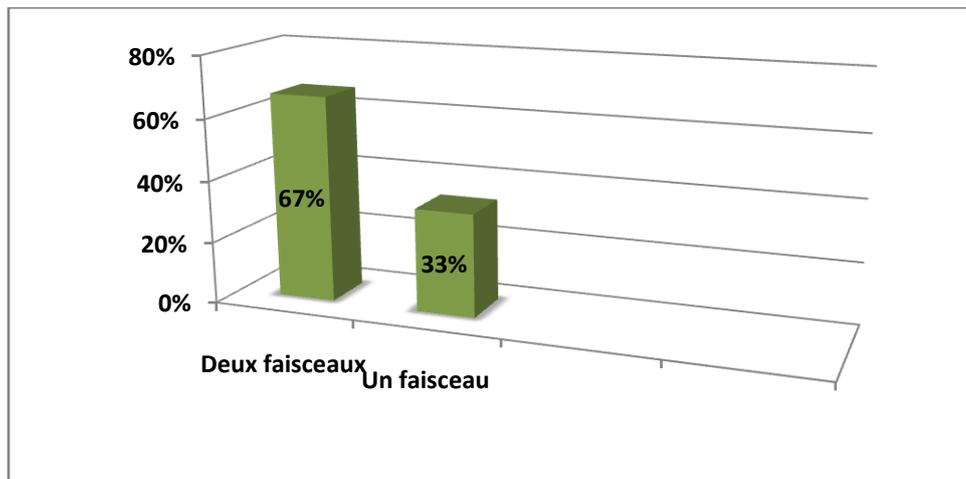


Figure 81. Incidence du nombre de faisceaux du LTFA

On remarque que le ligament talo-fibulaire antérieur à deux faisceaux est plus fréquent que le ligament à un seul faisceau dans notre série.

Tableau III. Fréquence des valeurs de la longueur et la largeur du faisceau antérieur

Longueur (mm)	Fréquence	Largeur (mm)	Fréquence
10-10,5	5	5,0	12
16,0-19,0	9	6,0	8
20,0	10	7,0	4
Total	24	Total	24

On constate que la longueur du faisceau antérieur du ligament collatéral latéral avoisine les vingt millimètres dans 41,66%, des cas, et que sa largeur est égale à 5 mm dans 50% des cas. Ce sont les valeurs les plus fréquentes.

Tableau IV. Valeurs moyennes et écarts types de la longueur et la largeur en mm des faisceaux unique et double du LTFA

LTFA	Nombre de faisceaux	Longueur	Largeur
Faisceau unique	Faisceau unique	20,52 ± 2,35	7,10 ± 1,02
Faisceau double	Faisceau proximal	18,52 ± 2,72	6,54 ± 1,68
	Faisceau distal	17,61 ± 2,82	4,82 ± 1,02

On constate que lorsque le ligament talo-fibulaire antérieur est bi-fasciculaire, le faisceau proximal est toujours plus long et plus large que le faisceau distal.

Tableau V : Comparaison des dimensions du LTFA en mm entre chevilles droites et chevilles gauches

LTFA	Côté droit (n=10)	valeur	Côté gauche (n=14)	valeur	Différence entre les deux côtés
Faisceau unique	Longueur	20,22 ± 2,20	Longueur	19,51 ± 2,32	0,71± 0.12
	Largeur	6,91 ± 1,05	Largeur	7,12 ± 1,02	0.21± 0.02
Faisceau double	Longueur	18,12 ± 2,41	Longueur	17,92 ± 2,52	0.2± 0.11
	Faisceau proximal	Largeur	5,81 ± 1,32	Largeur	6,32 ± 1,25
Faisceau distal	Longueur	17,20 ± 2,42	Longueur	16,32 ± 2,82	0.88± 0.4
	Largeur	4,51 ± 1,61	Largeur	4,02 ± 1,23	0.49± 0.38

On remarque que les dimensions du côté droit dépassent celles du côté gauche.

Afin de corréler nos résultats avec ceux de la littérature, nous avons établi un tableau comparatif (tableau VI) que nous discuterons au chapitre discussion.

Tableau VI. Comparaison des données de notre étude avec ceux des travaux antérieurs

LTFA	Étude présente (2016)	Paturet (1951)[31]	Milner and Soames (1998)[56]
Longueur (mm)	20,52 ± 2,35	–	13,0 ± 4
Largeur (mm)	7,10 ± 1,02	8 à 10	11,0 ± 3,3
Un faisceau	33.3 %	Décrit	38 %
Deux faisceaux	66.7 %	Décrit	50%
Trois faisceaux	0%	Non décrit	12%

Le faisceau moyen : le ligament calcanéofibulaire (LCF)

Dans notre série, le ligament calcanéofibulaire se présente sous forme d'un cordon fibreux, allongé, fin présentant les variations anatomiques suivantes :

- **Dans 91,6% (22/24 pièces) il est formé par un faisceau.**
- **Dans 8,4 % (2/24 pièces) il présente deux faisceaux.**
- **Dans 100% (24/24 pièces) il s'insère au niveau du bord ventral de la malléole latérale en dehors de l'insertion du ligament talo-fibulaire antérieur, et jamais sur l'apex.**
- **Dans 100% (24/24 pièces) il se termine en arrière et au dessus du tubercule des fibulaires (processus trochléaire) à la face latérale du calcaneus.**
- **En position neutre, l'angle formé par l'axe du ligament avec le plan sagittal fait en moyenne 53,70° avec une variance de (35°-58°).**
- **La distance de son insertion fibulaire à l'apex de la malléole latérale est en moyenne de 6,2 ± 0,9 mm.**

Le LCF appartient aux deux articulations talo-crurale et sub-talienne, et présente des rapports étroits avec les tendons des fibulaires qui le couvrent avec leur gaine, sur ses deux tiers supérieurs et ceci sur l'ensemble des pièces étudiées.

Les mesures du LCF y compris la moyenne et les écarts types de la longueur et la largeur sont résumées sur les tableaux VII et VIII.

Les valeurs comparatives entre le côté droit (dix spécimens) et le côté gauche (quatorze spécimens) sont reportées sur le tableau VIII.

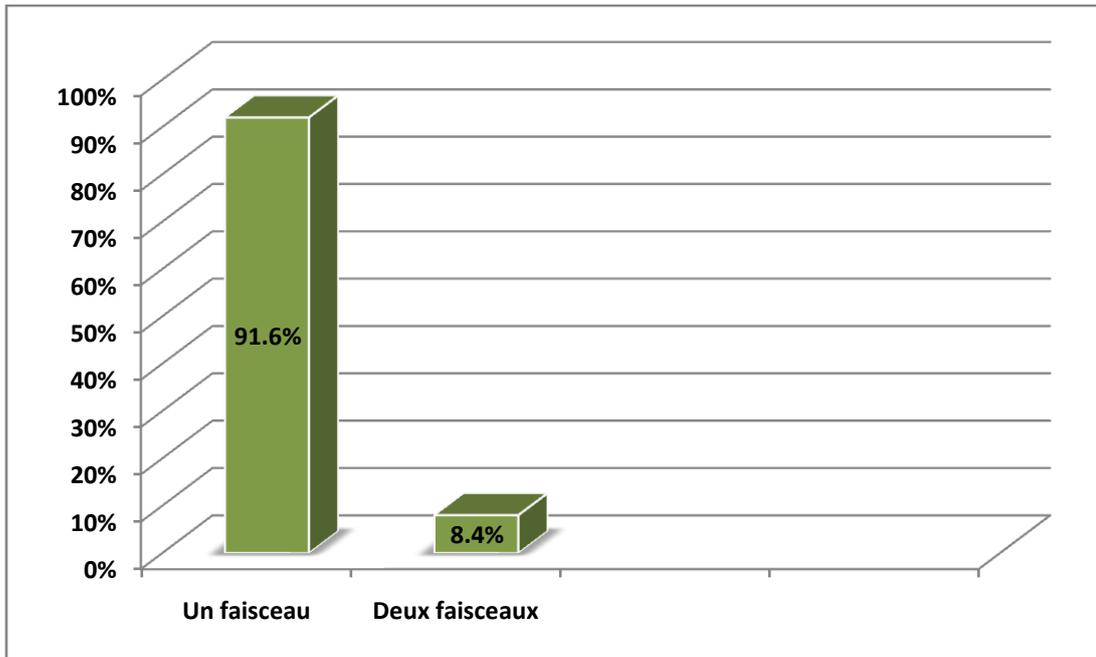


Figure 82. Incidence du nombre des faisceaux du LCF

Contrairement au LTFA, nous remarquons que la forme mono-fasciculaire du LCF est plus fréquente que la forme bi-fasciculaire dans notre étude.

Tableau VII. Fréquence des valeurs des dimensions du faisceau moyen.

Longueur (mm)	Fréquence	Largeur (mm)	Fréquence
18 -19	8	5.0	13
20-25	12	6.0	5
30	4	7.0	6
Total	24	Total	24

On remarque que la longueur se situe dans la majorité des cas entre 20 et 25 mm et ceci dans 50% des cas et que la largeur la plus fréquente est de 5.0 mm dans 54,16% des pièces étudiées.

Tableau VIII. Comparaison des paramètres longueur et largeur du LCF en mm entre chevilles droites et chevilles gauches

Ligament	Longueur	Largeur
LCF	26,8 5± 3,46	5,33 ± 1,45
Côté droit (n=10)	26,32 ± 3,06	5,05 ± 1,02
Côté gauche (n=14)	25,87 ± 2,66	4,87 ± 1,22
Différence entre côtés droit et gauche	0,45± 0,4	0,18± 0,2

Pareillement au LTFA, nous remarquons que le LCF droit présente des dimensions qui dépassent de quelques mm celles du LCF gauche.

Par ailleurs, nous avons comparé nos résultats avec ceux des travaux antérieurs (tableau IX) que nous discuterons au chapitre discussion.

Tableau IX. Comparaison des données de notre étude avec ceux des travaux antérieurs (LCF)

LCF	Étude présente (2016)	Littérature classique [45]	Kitsoulis [54]
Longueur (mm)	26.85 ± 3.46	30 à 40	31,8
Largeur (mm)	5.33 ± 1.45	4 à 5	4,4
Un faisceau	91.6 %	Décrit	72, 2%
Deux faisceaux	8.4 %	Non décrit	22,2%
Trois faisceaux	0%	Non décrit	5,6 %

Le faisceau postérieur : le ligament talo-fibulaire postérieur (LTFP)

Le ligament talo-fibulaire postérieur est constant sur toutes les pièces étudiées.

Son étude dans notre série est sans particularités sauf sa terminaison une seule fois sur l'os trigone du talus.

Les dimensions en position neutre et les valeurs comparatives entre les côtés droit et gauche sont résumées sur le tableau X.

Tableau X. Valeurs moyennes des dimensions du LTFP et valeurs comparatives entre chevilles droites et gauches.

LTFP (n=24)	Longueur (mm)	Largeur (mm)
Valeur minimale et maximale	18,5 - 30,8	6,8 - 10,8
Valeur moyenne et écart type	24,3 ± 2,85	8,83 ± 1,82
Côté droit (n=10)	24,08 ± 2,45	8,52 ± 1,44
Côté gauche (n=14)	23,33 ± 2,12	8,02 ± 1,23
Différence entre côtés droit et gauche	0.75± 0.33	0.5± 0.21

Idem pour le faisceau postérieur, les dimensions du côté droit sont plus grandes que celles du côté gauche.

b- Le ligament intermalléolaire

- Dans 8,33% (2/24 pièces), il est présent. Sa prévalence dans la littérature est de 20 à 30 %.
- Il fait 31,8 mm de longueur, et 8,5 mm de largeur.
- Il est relâché en flexion plantaire, et tendu en flexion dorsale.

c- Le ligament collatéral médial (LCM)

- Les deux plans ; superficiel et profond décrits dans la littérature, sont retrouvés dans 100% des spécimens étudiés.
- Dans 65% des cas, la couche superficielle recouvre en entier la couche profonde.
- Dans 35% des cas, la couche profonde est visible par un angle postérieur.

Le plan superficiel ou deltoïde

- Dans 100% des pièces étudiées, il est formé par trois faisceaux :
 - ✓ Un faisceau postérieur tibio-calcanéen le plus résistant, il se fixe sur le tubercule de la face médiale du calcaneus (sustentaculum tali).
 - ✓ Un faisceau moyen vertical qui se fixe sur le bec du processus calcaneus, et participe à la formation du tibio-spring ligament.
 - ✓ Un faisceau antérieur, le tibio-naviculaire qui se termine sur la partie postéro-médiale de l'os naviculaire.

Les dimensions des faisceaux sont reportées sur la figure 83 et le tableau XI.

Le plan profond

- **Dans 100% des pièces disséquées deux faisceaux sont présents :**
 - ✓ Un faisceau antérieur, le tibio-talaire antérieur, formé par une seule bande, oblique en bas et en avant, et se termine sur la face médiale du talus.
 - ✓ Un faisceau postérieur, une seule bande également, c'est le tibio-talaire postérieur profond, oblique en arrière, se termine sur la face dorsale du talus.

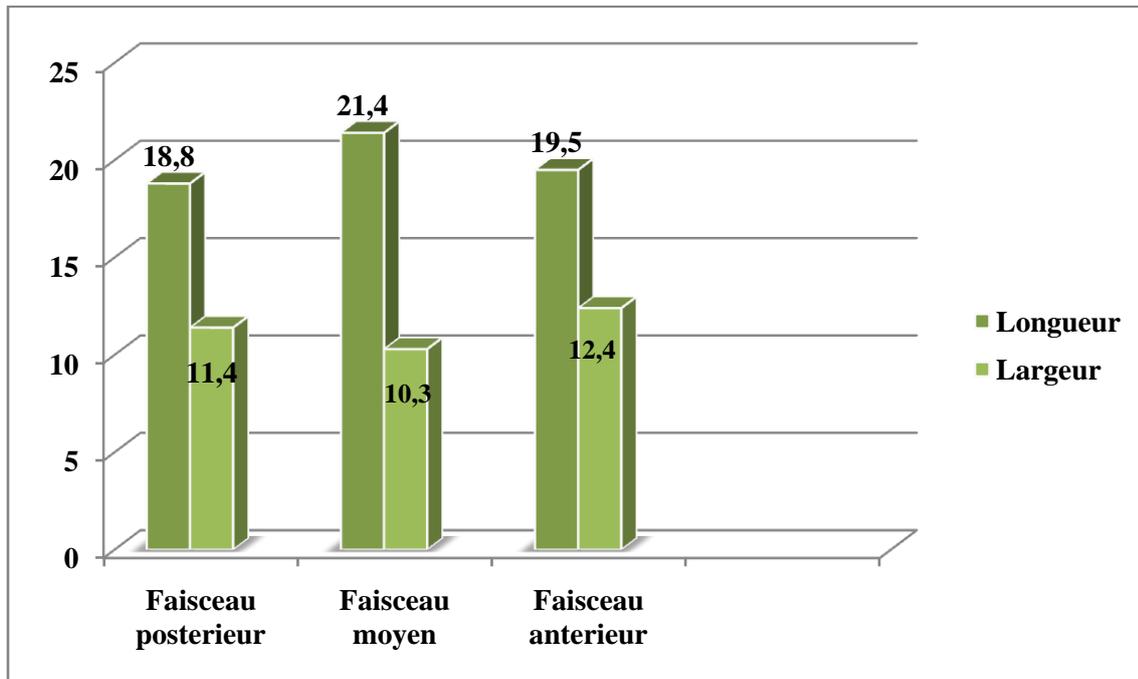


Figure 83. Dimensions en mm des faisceaux de la couche superficielle du LCM.

Le faisceau moyen par sa direction verticale depuis la malléole médiale jusqu'au sustentaculum tali du calcaneus est plus long que les autres faisceaux.

Tableau XI. Dimensions en mm des faisceaux de la couche superficielle du LCM

LCM	Longueur	Largeur
Faisceau postérieur (le tibio-calcanéen)	18,8 ± 2,03 mm	11,4 ± 1,62 mm
Faisceau moyen	21,4 ± 2,22 mm	10,3 ± 1,03 mm
Faisceau antérieur (le tibio - naviculaire)	19,5 ± 2,50 mm	12,4 ± 1,42 mm

B- Les ligaments de la syndesmose tibio-fibulaire

a- Le ligament tibio-fibulaire antérieur et distal (LTFAD)

- Deux faisceaux : proximal et distal sont fréquemment trouvés
- Le ligament accessoire est retrouvé dans 100% des cas étudiés. Sa prévalence dans la littérature est de 20 à 90 %.
- Dans 50% (12/24) des cas, sa terminaison se confond avec l'origine du LTFA.
- Il est fin, et déborde les surfaces articulaires en bas en position neutre, et entre en contact avec le talus. On ne constate pas de modifications notables lors de sa mise en tension.

b- Le ligament tibio-fibulaire postérieur distal (LFTPD)

- Deux faisceaux superficiel et profond sont présents dans 100% des pièces disséquées.
- Dans 20% des spécimens étudiés, les fibres profondes atteignent la malléole médiale.
- On ne constate pas de modifications de ce ligament lors de la mise en tension.

Les dimensions des ligaments tibio-fibulaire sont reportées sur le tableau XII.

On a constaté que les faisceaux distaux des ligaments tibio-fibulaire antérieur et postérieur arrondissent les angles situés entre la malléole latérale, et les bords ventral et dorsal de l'incisure fibulaire du tibia.

Tableau XII: Dimensions en mm du LFTAD et le LFTPD

Ligament	Longueur	Largeur
Le LFTAD	27.52 ± 8.33	16.25 ± 3.84
Le LFTPD	18.33 ± 2.88	17.33 ± 2.51

c- Le ligament interosseux

- Présent sur l'ensemble des pièces étudiées, il comble l'espace entre les deux os.

1.1.3. Le bilan osseux

A- L'articulation talo-crurale

a- La mortaise tibio-fibulaire

✓ Notre étude ne révèle aucune variation notable.

- Le diamètre ventro-dorsal est de $38 \pm 2,3$ mm, le diamètre transversal est de $40 \pm 2,5$ mm.

- L'index intermalléolaire par mesure numérique au CT scan d'une pièce fraîche cadavérique est de 35,8 mm, et par mesure manuelle est de $40 \pm 2,5$ mm.
- L'angle d'encastrement talo-malléolaire par mesure numérique est de $26,7^\circ$.

b- Le talus

Le rôle du talus et plus particulièrement de sa trochlée dans la biomécanique de l'articulation talo-crurale est important. Il présente une forme grossièrement cubique sur les pièces étudiées.

- La trochlée présente une surface articulaire cylindrique sur l'ensemble des pièces étudiées, elle est entièrement encroûtée de cartilage.
- Elle est limitée par deux bords, médial et latéral.
- Le bord latéral présente à sa partie dorsale une marge triangulaire taillée en biseau qui fait que la trochlée est plus large en avant qu'en arrière de cinq mm.
- Le diamètre transversal est de $30 \pm 2,5$ mm et le ventro-dorsal est de $40 \pm 2,3$ mm.
- L'os trigone est présent sur l'une des pièces et donne insertion au ligament talo-fibulaire postérieur.

Les valeurs biométriques sont reportées sur les tableaux XIII et XIV.

Tableau XIII. Valeurs manuelles de la longueur et la largeur en mm du talus

Le talus	Longueur	Largeur	Hauteur
Valeurs	$51,3 \pm 4,16$	$35,38 \pm 6,02$	$33,2 \pm 2,77$

Tableau XVI. Les moyennes des angles du talus (mesures manuelles avec rapporteur)

Le talus	Angle d'inclinaison	Angle de déclinaison	Angle de rotation
Valeurs	110°	165°	50°

B- La syndesmose tibio-fibulaire

Un repli synovial constamment trouvé, vient s'insinuer entre les extrémités distales des deux surfaces articulaires, empêchant le contact direct.

La surface articulaire tibiale (l'incisure fibulaire) est concave, de forme triangulaire à base distale et à sommet proximal. Elle est dépourvue de cartilage sauf à sa partie distale, ayant la forme d'une bande étroite soulignant le bord distal. Étalaé sur quelques mm (deux mm), le cartilage se continue avec celui de la mortaise.

La surface articulaire fibulaire convexe, triangulaire à base distale, plus étroite que la tibiale, est complètement dépourvue de cartilage sur l'ensemble des pièces étudiées.

1.2. ANATOMIE FONCTIONNELLE

1.2.1. Données qualitatives

1.2.1.1. Lors de la flexion plantaire

- a- Le faisceau antérieur du LCL (LTFA) :
 - Se tend et se verticalise, il est parallèle à l'axe longitudinal de la jambe.
 - La bande proximale est tendue.
 - La bande distale est relâchée.
- b- Le faisceau moyen (LCF) s'horizontalise, ainsi que le ligament interosseux talo-calcaneen, et sont moins tendus.
- c- Le faisceau postérieur (LTFP) est relâché.
- d- Le ligament collatéral médial :
 - Le ligament deltoïde :
 - Les faisceaux antérieur et moyen sont tendus.
 - Le faisceau postérieur est relâché.
 - Les ligaments de la couche profonde sont relâchés.
- e- La trochlée du talus plus large en avant qu'en arrière, n'est plus en contact avec la mortaise tibio-fibulaire mais garde contact avec la fibula par sa face postéro-latérale.
- f- La fibula subit une rotation latérale et un abaissement, d'où resserrement de la pince bimalléolaire.

1.2.1.2. Lors de la flexion dorsale

- a- Le ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA) est détendu.
- b- Le ligament calcanéofibulaire (LCF) se verticalise ainsi que le ligament interosseux, et sont tendus.
- c- Le ligament talo-fibulaire postérieur est tendu.
- d- Le faisceau antérieur du ligament deltoïde est relâché, alors que les autres faisceaux du ligament collatéral médial sont tendus.
- e- La fibula subit une rotation médiale et une élévation, d'où ouverture de la pince et enclavement du talus dans la mortaise.

1.2.1.3. Lors de l'inversion forcée

- a- Élongation du ligament talo-fibulaire antérieur et du ligament interosseux talo-calcaneen.
- b- Le ligament calcanéofibulaire est tendu.
- c- Le ligament talo-fibulaire postérieur est relâché.

1.2.2. Simulation de l'entorse latérale de la cheville

La mise en avant des bases anatomiques de l'entorse latérale de la cheville, a été expérimentée sur des pièces cadavériques en réalisant le mécanisme lésionnel qui est une association de trois mouvements : flexion plantaire, adduction et supination : c'est l'inversion forcée ou le varus équin.

Le siège de la lésion est fonction de la force de l'impact :

- Si le traumatisme se prolonge dans le temps, nous constatons du début vers la fin les faits suivants :
 - a- En premier, une élévation maximale du faisceau antérieur du ligament collatéral latéral, le (LTFA) qui se tend et suit l'axe de la jambe. Il représente le seul frein latéral.
 - b- En second, une rupture du LTFA au niveau de son insertion osseuse sur le talus. Ce sont les fibres de la bande proximale qui sont les premières sollicitées puis celles de la bande distale. Le ligament talo-calcaneen interosseux est tendu mais reste intact dans notre étude.

La rupture isolée du faisceau antérieur entraîne une adduction du talus.
 - c- En troisième, une rupture du faisceau moyen du ligament collatéral latéral, le (LCF).

Sa rupture se fait après celle du faisceau antérieur, et entraîne une adduction de la cheville.
 - d- En dernier, une rupture du faisceau postérieur du ligament collatéral latéral, le (LTFP).

L'étude du comportement de ce faisceau a nécessité de notre part l'application d'une grande force en poussant à l'extrême la supination et l'adduction et en imprimant une rotation médiale à la cheville. Nous constatons que ce faisceau est très résistant et se rompt difficilement.

La blessure de l'ensemble des faisceaux du ligament collatéral latéral entraîne une adduction/ rotation médiale de la cheville.
- Par ailleurs, lorsqu'on applique un mouvement de varus forcé brusque et violent, nous constatons que la rupture du LTFA se fait en plein corps.

1.2.3. Données quantitatives

Il s'agit de la morphométrie des ligaments à leur mise en tension. Notre étude a concerné les deux faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral, les plus lésés par les mécanismes de l'entorse latérale de la cheville.

- a- **Le faisceau antérieur (LTFA)** (Figure 84) :
 - En flexion plantaire, il subit une élévation de 0,4 mm (20,9 mm) à partir de sa position neutre (20,5 mm), donc une augmentation d'environ 1.66 % de sa longueur initiale.
 - En inversion forcée l'élévation passe à 0,53 mm (21,03 mm) à partir de la position neutre, donc une augmentation de 2,20% de sa longueur initiale.
- b- **Le faisceau moyen (LCF)** (Figure 85):
 - En flexion dorsale, il subit une élévation de 0,25 mm (27,10 mm) donc une augmentation de 1,04 % de sa longueur initiale (26,85 mm).
 - En inversion forcée, l'allongement est de 0,13 mm (26,98 mm).

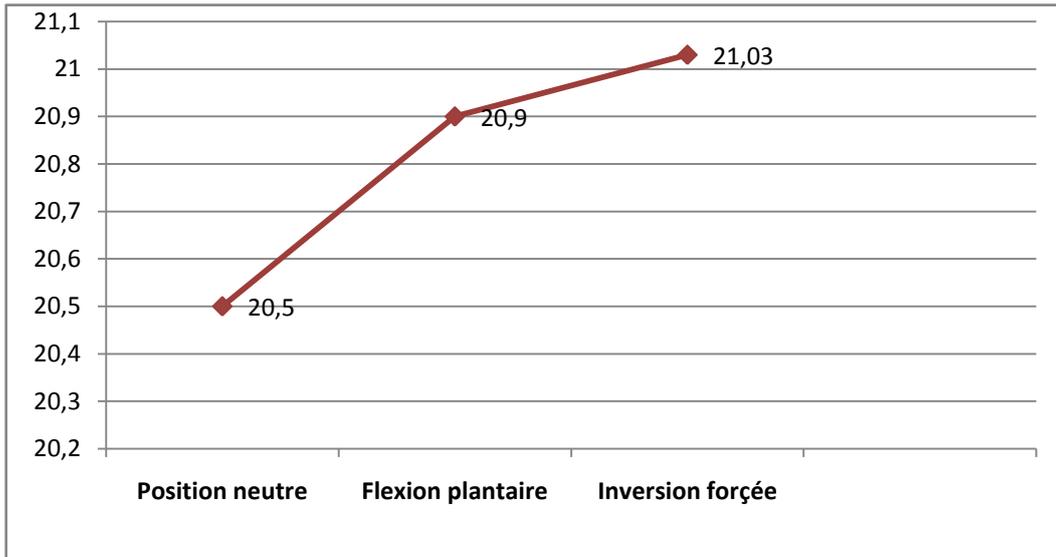


Figure 84. Comparaison entre la longueur en mm du faisceau proximal du LTFA en position neutre, flexion plantaire et en inversion forcée.

L'élongation du faisceau antérieur est plus importante en inversion forcée qu'en flexion plantaire.

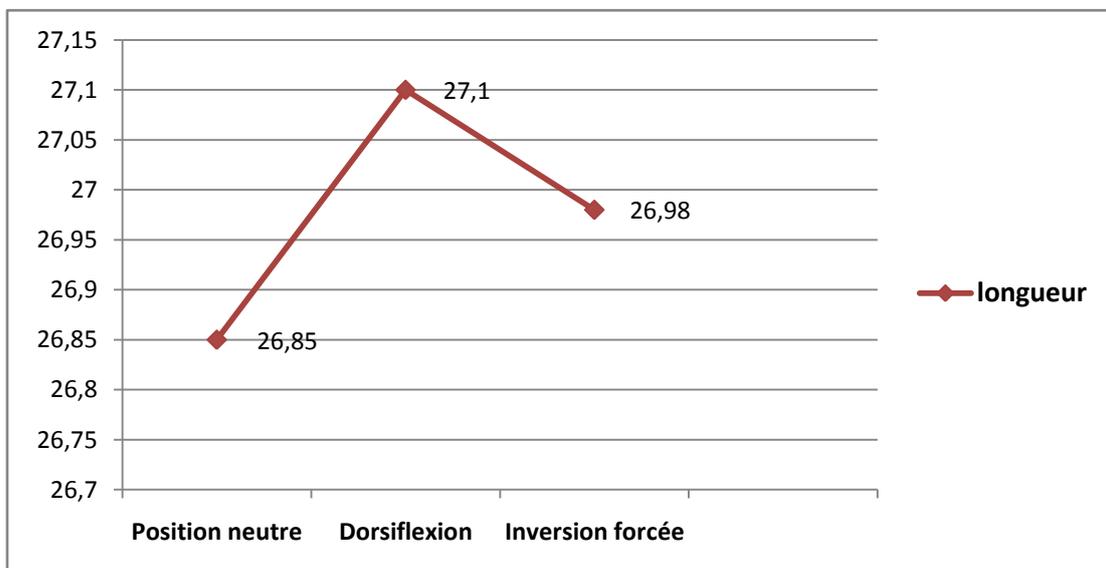


Figure 85. Variation de la longueur du LCF lors de la mise en tension.

L'allongement du LCF est plus important en flexion dorsale qu'en inversion forcée.

2. RESULTATS DE LA PARTIE CLINIQUE

2.1. RESULTAT DES DONNÉES STATISTIQUES

Répartition selon l'âge

La classe d'âge, la fréquence, et le pourcentage sont reportés sur le tableau XV et la figure 86.

Tableau XV : Répartition des patients selon l'âge

Nombre total des patients : 120		
Tranche d'âge	Fréquence	Pourcentage
16-20	26	22%
20-30	53	44%
30-40	26	22%
40-50	15	12%

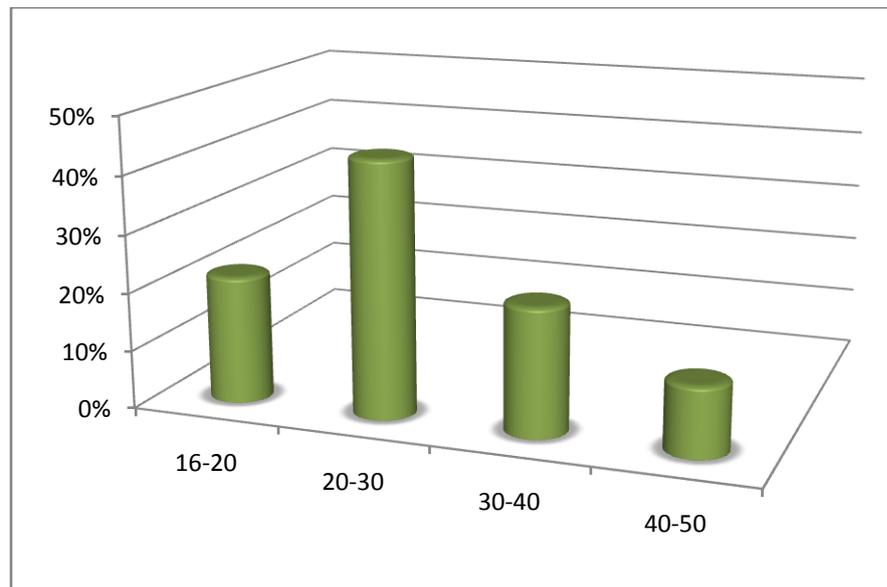


Figure 86: Répartition selon l'âge.

*La classe modale est [20-30], l'âge moyen est de 28,55, l'écart type est de 9,59.
L'âge minimum est 16 ans, l'âge maximum est 50 ans.*

Répartition selon le sexe

Le sexe, la fréquence et le pourcentage sont reportés sur le tableau XVI et la figure 87.

Tableau XVI : Répartition selon le sexe

Sexe	Fréquence	Pourcentage
Masculin	86	72%
Féminin	34	28%

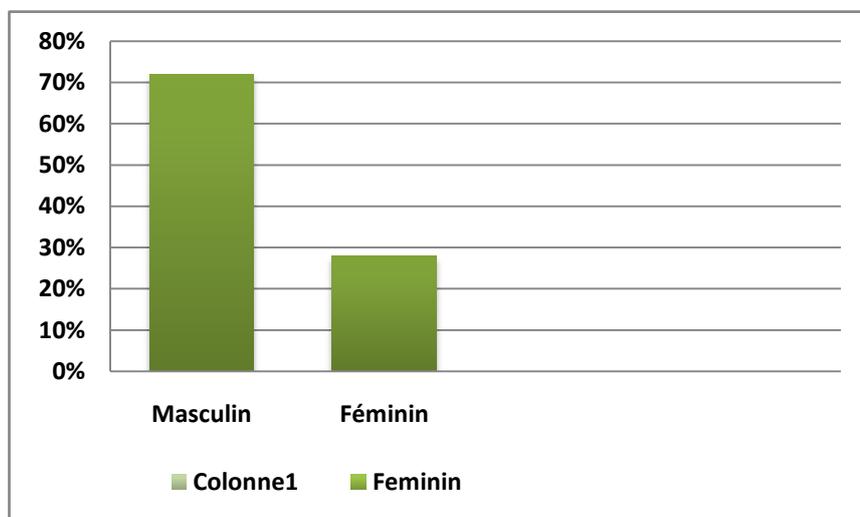


Figure 87 : Répartition selon le sexe

Le sex- ratio est de 2,52.

Répartition selon le côté atteint.

Sur le tableau XVII et la figure 88 sont portés la fréquence et le pourcentage du côté atteint.

Tableau XVII : Répartition selon le côté atteint

Côté	Fréquence	Pourcentage
Gauche	40	33%
Droit	80	67%

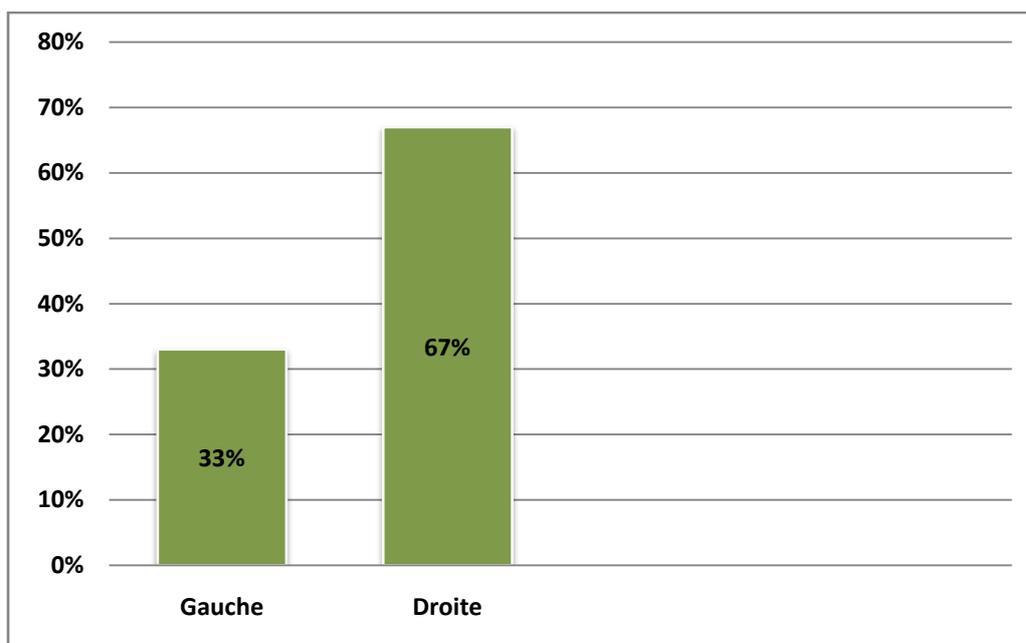


Figure 88 : Répartition selon le côté atteint.

Le côté droit est plus atteint que le côté gauche (67% des cas).

Répartition selon les circonstances de survenue

Dans la série des cas colligés, les circonstances de survenue ou étiologies sont de trois types et sont reportées sur le tableau XVIII et la figure 89.

Tableau XVIII : Répartition selon l'étiologie

Circonstance de survenue	Fréquence	Pourcentage
Accident sportif	80	67%
Accident domestique	30	25%
Accident de la voie publique	10	8%

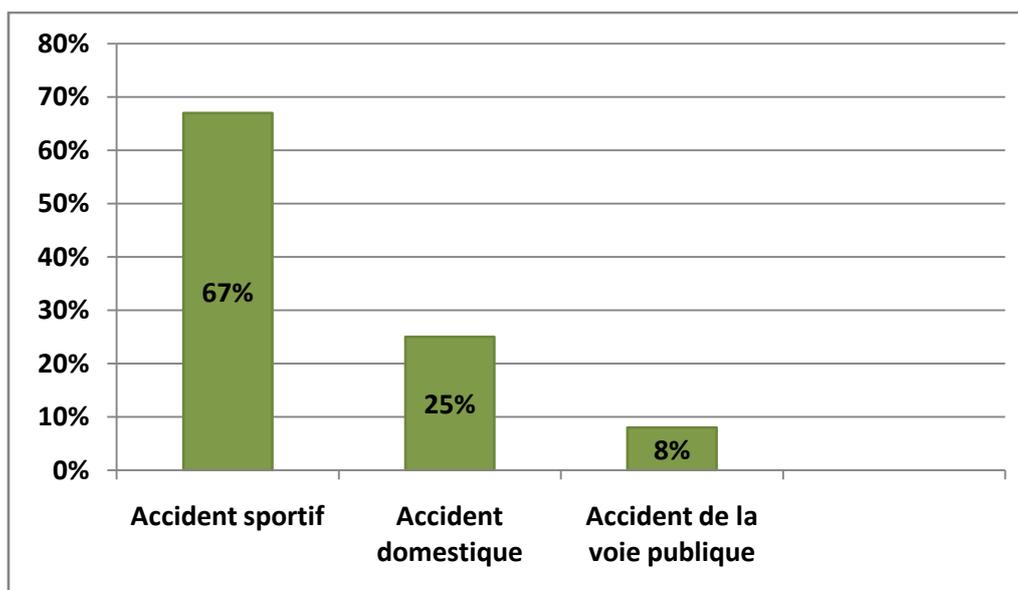


Figure 89 : Répartition selon l'étiologie.

On constate que la cause la plus fréquente est l'accident sportif avec un pourcentage de 67%.

Répartition selon l'activité sportive

Les entorses de la cheville sont plus fréquentes dans les sports de contact (football, handball et basketball), avec un pourcentage de 80% par rapport aux autres activités sportives (tennis, judo et natation) de 2 à 4%.

Répartition selon le mécanisme lésionnel

Nos résultats concernant la répartition de la fréquence, et du pourcentage de chaque mécanisme lésionnel dans la population ciblée, sont répartis sur le tableau XIX et la figure 90.

Tableau XIX : Répartition selon le mécanisme lésionnel

Mécanisme lésionnel	Fréquence	Pourcentage
Inversion forcée	118	98,33%
Eversion forcée	2	1.66%
Hyperflexion-dorsale	0	0%

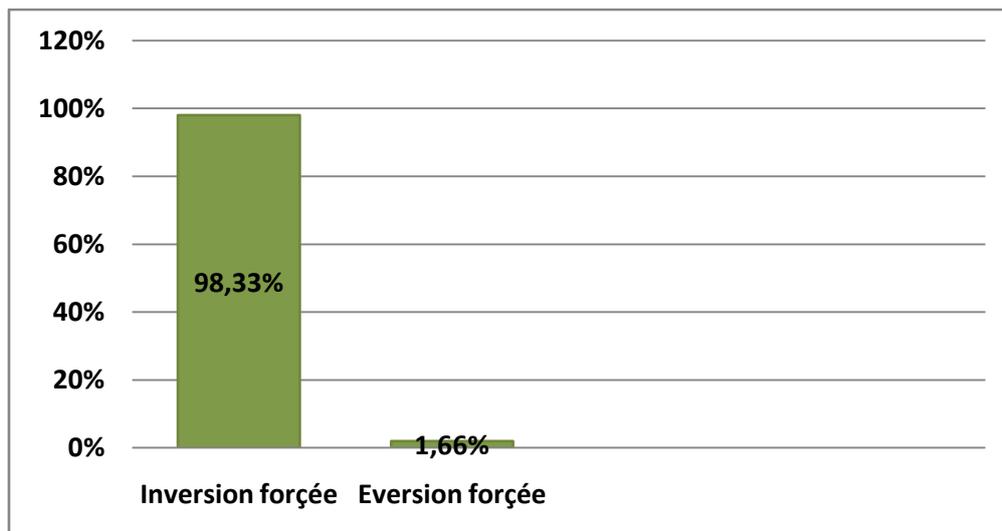


Figure 90 : Répartition selon le mécanisme lésionnel

Le mécanisme lésionnel en inversion forcée est de loin le plus fréquent (98,33%).

Répartition selon la forme d'entorse

En arrivant au pavillon des urgences, les patients subissent un examen clinique minutieux à la recherche de signes de gravité qui sont : la perception d'un craquement, un œdème en œuf de coque sous-malléolaire, impossibilité de faire quelques pas sans appui, un hématome, une douleur parfois syncopale, et à partir de ces données on classe les entorses en bénignes ou graves.

Trois formes ont été répertoriées et reportées sur le tableau XX.

Tableau XX: Répartition selon la forme de l'entorse

Forme d'entorse	Fréquence	Pourcentage
Bénigne	40	33%
Grave	60	50%
Entorse séquellaire	20	17%

D'après les données de ce tableau l'entorse grave représente le motif de consultation le plus fréquent.

Répartition selon les examens radiologiques demandés

Dans notre étude, en phase aiguë le bilan radiologique se limite à une radiologie standard de face et de profil de la cheville, qui est demandée systématiquement au niveau du pavillon des urgences.

Des explorations plus poussées (échographie, imagerie par résonance magnétique et l'arthroscanner) sont demandées en cas de doute clinique, de douleurs osseuses avec radiographie normale, d'antécédents d'entorses, chez le sportif professionnel ou en cas d'une mauvaise évolution.

Dans notre série, 68 images en coupes, à savoir : l'échographie, l'imagerie par résonance magnétique, et l'arthroscanner de chevilles droites et gauches ont été colligées auprès des cliniques d'imageries médicales sus-citées, et réparties comme dans le tableau XXI.

L'analyse de ces examens nous a permis de faire, d'une part une étude anatomique ; morphologique et morphométrique des faisceaux du ligament collatéral latéral, à des fins comparatives avec les données de la dissection sur cadavres, et d'autre part de mettre en évidence les lésions ligamentaires qui caractérisent l'entorse de la cheville.

Tableau XXI : Répartition selon le nombre d'images radiologiques collectées

Type d'examen	Nombre	Critères de prescription
Radiologie standard	120	Entorses bénignes
Échographie	34	Entorses récidivantes Entorses graves
Imagerie par résonance magnétique	24	Douleurs osseuses avec radiographies normales Mauvaises évolutions Sportifs professionnels
Arthroscanner	10	

Le traitement

La conduite tenue dans les services visités dépend du grade de la lésion. Le traitement est principalement fonctionnel et orthopédique.

- Entorse bénigne : traitement médical (antalgiques et anti-inflammatoires) + RICE.
La rééducation proprioceptive est prescrite à raison d'une dizaine de séances.
- Entorse maligne : botte plâtrée ou strapping pendant six semaines, suivies de rééducation fonctionnelle.

Le protocole de la rééducation fonctionnelle est le suivant :

- sous plâtre pour éviter le flexum de la hanche : dix à quinze séances à type de contractions statiques du quadriceps et des fessiers.

- Après ablation du plâtre : récupération des amplitudes, renforcements musculaires, et rééducation proprioceptive.

Le traitement chirurgical est réservé aux formes compliquées, sur les 120 cas colligés seulement 01 cas a été opéré.

Il s'agit d'un jeune homme de 33 ans sportif, présentant une instabilité chronique de la cheville gauche confirmée par les clichés de stress : un varus forcé à 10° et un tiroir antérieur de 8 mm et par un arthroscanner.

Le protocole opératoire est le suivant :

- Rétention capsulo-ligamentaire.
- Plastie de renfort type hémi-Castaing.
- Ostéotomie de Dwyer.

2.2. RÉSULTATS DES DONNÉES RADIOLOGIQUES

2.2.1. RADIOLOGIE STANDARD

Dans notre série aucune pathologie n'a été observée sur les radiographies de face et de profil.

2.2.2. IMAGERIE PAR RÉSONNANCE MAGNÉTIQUE

A- Résultats de l'étude morphologique

a- Les coupes axiales

➤ Le ligament collatéral latéral

Les faisceaux antérieur et postérieur ont été mieux visualisés sur les coupes axiales en raison de leur orientation transversale. On constate que sur la coupe axiale ils se situent au même niveau.

- le ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA) : se présente sous forme d'une bande plate qui s'étend du bord antérieur de la malléole latérale à la face latérale du col du talus (figure 91).
- Le ligament talo-fibulaire postérieur (LTFP) : sa visualisation est optimale sur l'ensemble des coupes étudiées en raison de sa direction transversale depuis son origine de la fosse malléolaire dorsale de la fibula à la face dorsale du talus (figure 91).
- Le ligament calcanéofibulaire (LCF) : de direction oblique en bas et en arrière n'est pas visible dans notre série de coupes axiales.

➤ Le ligament collatéral médial

Les plans profonds et superficiels ne sont pas visibles sur les images axiales de notre présente étude.

➤ Les ligaments tibio-fibulaires antérieur et postérieur distaux

Ils sont bien visualisés sur les coupes axiales, et ont pu être différenciés par rapport aux ligaments talo-fibulaires, leurs origines et leurs trajets étant plus haut situés (fig.91)

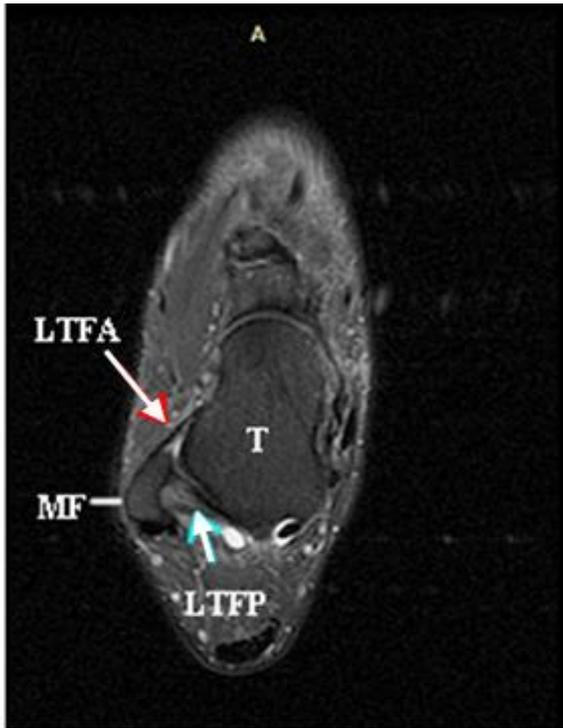


Figure 91

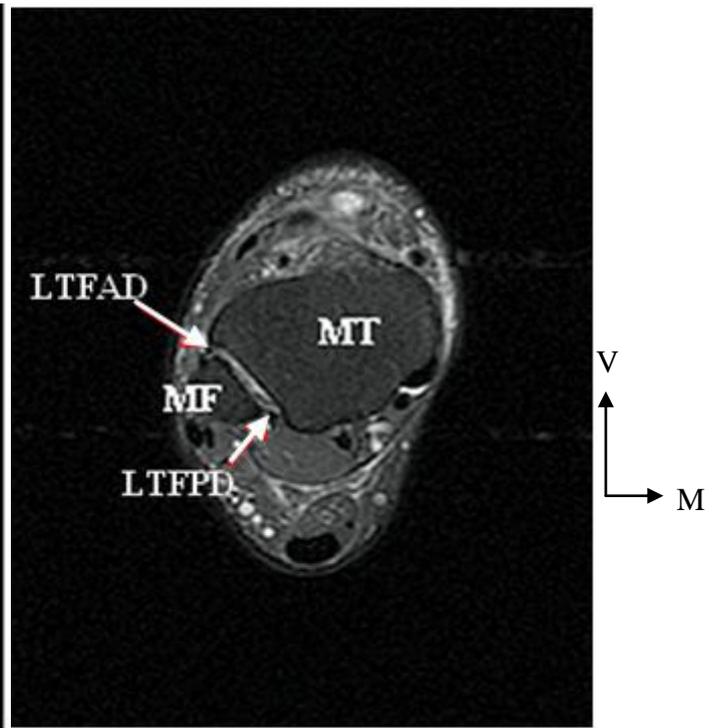


Figure 92

- **Figure 91** : coupe axiale d'une IRM d'une cheville gauche (*CDM ECHIFFA BATNA*). L'image montre le faisceau antérieur du ligament collatéral latéral(LTFA) qui apparaît homogène, s'étendant du bord ventral de la malléole fibulaire (MF) à la face latérale du talus (T).
Le faisceau postérieur (LTFP) apparaît comme une bande épaisse s'étendant de la fosse malléolaire dorsale à la face dorsale du talus.
- **Figure 92** : coupe axiale d'une cheville gauche montrant les ligaments tibio-fibulaires distaux antérieur et postérieur.

b- Les coupes coronales

➤ **Le ligament collatéral latéral :**

- Le ligament talo-fibulaire antérieur a été observé sur cinq coupes coronales. Il est formé par un seul faisceau sur quatre images (figure 93), et il est bifasciculaire sur une seule image (figure 94).
- Le ligament calcanéofibulaire est mieux observé sur les coupes coronales, mais sa longueur totale n'était visible que sur cinq images. Il apparaît sous forme d'une bande fine oblique vers le bas, du bord ventral de la malléole latérale à la face dorsale du calcaneus (photos 58 A et B).
- Le ligament talo-fibulaire postérieur était visible d'une manière optimale sur l'ensemble des images de notre série (figure 95).

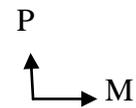
Il se présentait sous forme d'un faisceau homogène épais, transversal, partant de la fosse malléolaire dorsale de la fibula à la face dorsale du talus. Sur deux images, les faisceaux postérieur et moyen du ligament collatéral latéral étaient visibles ensemble (figure 95).



Figure 93



Figure 94



- **Figure 93** : coupe coronale d'une cheville gauche montrant le LTFA, formé par un seul faisceau chez un sujet jeune de 26 ans.
- **Figure 94** : le LTFA est formé par deux faisceaux. Il s'agit d'un jeune de 16 ans qui présentait des douleurs au niveau de la partie latérale de la cheville. (CDM ECHIFFA BATNA).

MT : Malléole tibiale ; MF : Malléole fibulaire
T : Talus, C : Calcaneus

Dans notre série de vingt-quatre IRM de chevilles droites et gauches de sujets âgés entre 15 et 35 ans on n'a observé les deux faisceaux que sur une seule image (4,16%).

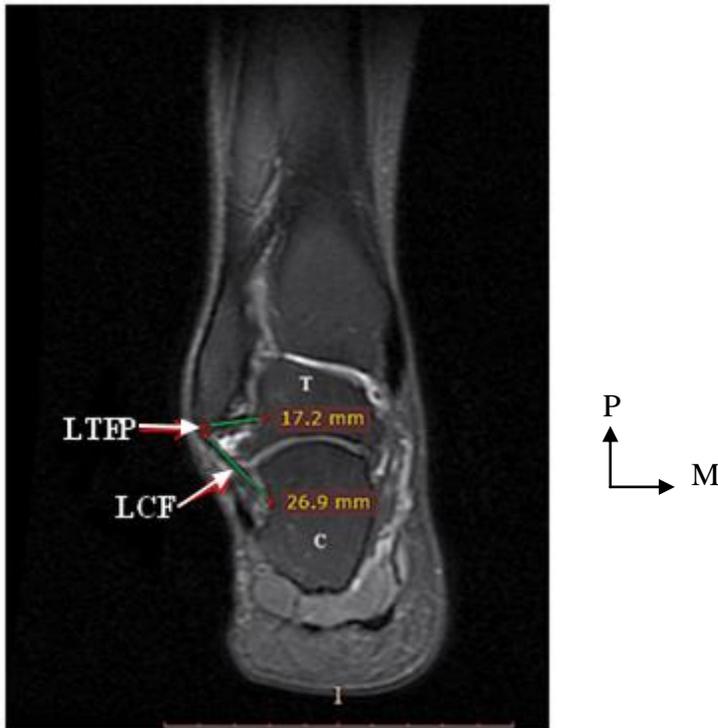


Figure 95: coupe coronale d'une cheville gauche montrant le LTFP et le LCF observés ensemble.

Le LCF est partiellement visible sur les coupes coronales et axiales, plusieurs images sont souvent nécessaires pour voir tout son trajet.

Dans notre présente étude, il a été observé sur 5 coupes coronales et jamais sur les coupes axiales.

➤ **Le ligament collatéral médial**

Seuls les ligaments tibio-talaire postérieur et le tibio-calcanéen ont été mis en évidence sur les coupes coronales de notre étude (figures 96, 97).

Le tibio-talaire postérieur prend la forme d'une courte bande épaisse, se détache de l'apex malléolaire tibial et se dirige à la face médiale du talus.

Le tibio-calcanéen s'étend de la malléole médiale à la face latérale du calcaneus.

➤ **Les ligaments tibio-fibulaires antérieur et postérieur distaux**

Ils sont bien visibles et bien individualisés sur les images collectées (figure 96).

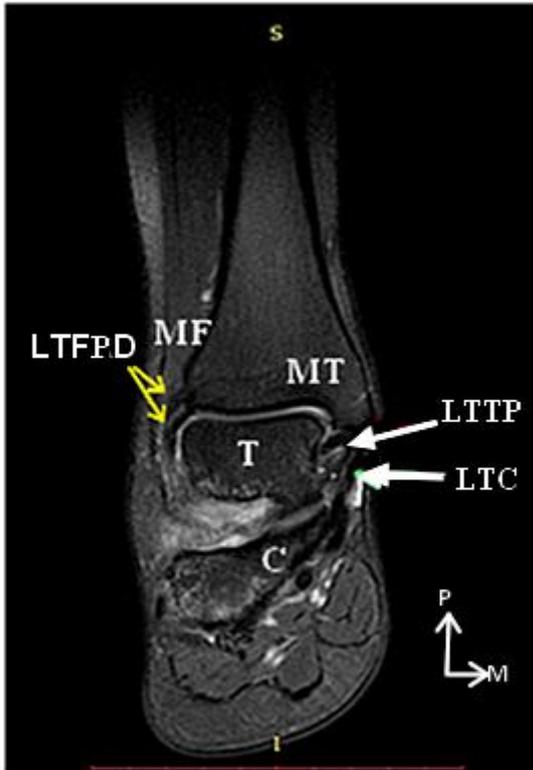


Figure 96



Figure 97

- **Figure 96:** coupe coronale d'une cheville gauche montrant les faisceaux du ligament collatéral médial : le tibio-talaire postérieur (LTTP) et le tibio-calcaneén (LTC). On observe également les faisceaux du ligament tibio-fibulaire postérieur distal (*CDM ECHIFFA BATNA*).
- **Figure 97 :** coupe coronale d'une cheville droite montrant le ligament tibio-talaire postérieur du LCM. Il apparaît comme une courte bande épaisse et homogène s'étendant en éventail de la pointe malléolaire tibiale au talus.

MT : Malléole tibiale ; MF : Malléole fibulaire
 T : Talus, C : Calcaneús

❖ Sur l'une des figures le ligament intermalléolaire postérieur était visible (figure 98).

Il s'agit d'une variante anatomique, observé dans 4,16% des images de résonances magnétiques étudiées (1/24 images) chez un sujet jeune de 15 ans.

Il prend origine sur la face médiale de la malléole de la fibula (MF), se dirige vers le haut et en dedans, et donne deux faisceaux l'un se terminant sur la face médiale de la malléole médiale (MT), l'autre sur la face dorsale du talus.

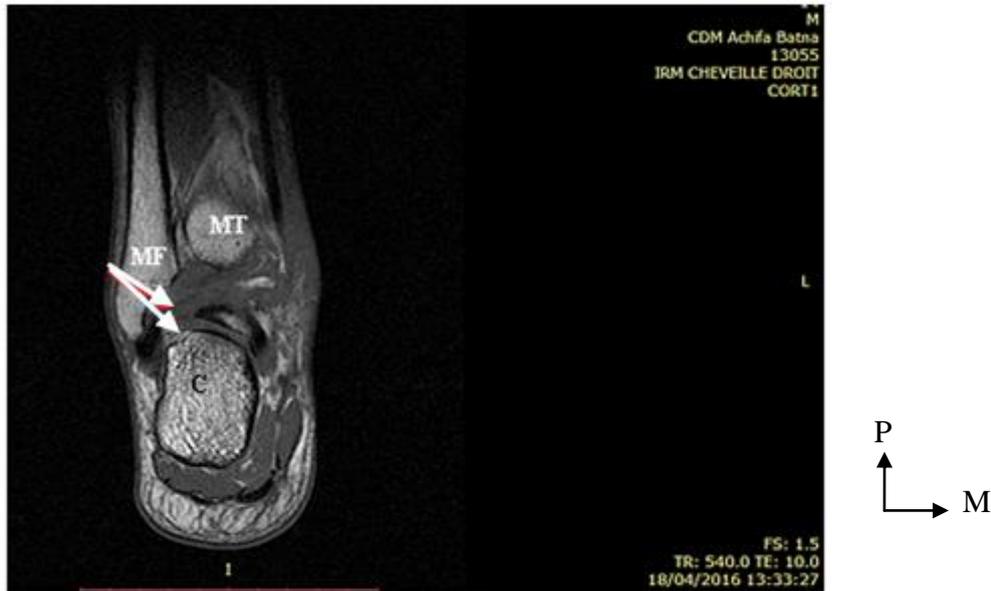


Figure 98 : coupe coronale d'une cheville droite montrant le ligament intermalléolaire avec ses deux faisceaux (flèches blanches).

MF : malléole latérale.

MT : malléole médiale.

C : calcaneus.

B. Résultats de l'étude morphométrique

Sur les images axiales la visualisation des faisceaux antérieur et postérieur du ligament collatéral latéral est optimale, ce qui nous a permis de prendre les dimensions ; longueur et épaisseur et les comparer aux résultats des études antérieures et aux dimensions prises sur pièces cadavériques.

Concernant le faisceau moyen, il n'est visible que sur un nombre restreint d'images (cinq coupes coronales), ce qui rend son étude morphométrique non objective.

Les moyennes des résultats et les écarts types des dimensions des faisceaux antérieur et postérieur sont reportés dans le tableau XXII.

Nous avons également comparé nos résultats avec des travaux antérieurs (tableau XXIII) qui seront discutés au chapitre discussion.

Tableau XXII: Valeurs des dimensions des faisceaux antérieur et postérieur du ligament collatéral latéral à l'IRM

Ligament	Longueur (mm)	Épaisseur (mm)
LTFA	13,31 ± 3,4	1,09 ± 0,2
LTFP	22,7 ± 1,68	4,13 ± 0,75

Tableau XXIII. Comparaison des données morphologiques avec des données antérieures.

Étude	Ligament	Longueur (mm)	Épaisseur (mm)	Largeur (mm)
Apoorva (2012) [7]	LTFA	15,67 (9,8-22,7)	6,09 (2,7-12)	14,34 (8-18,8)
	LTFP	22,85 (11-36)	5,66 (3,5-9,7)	14,96 (9,8-19,2)
Présente étude	LTFA	13,31 ± 3,4	1,09 ± 0,2	–
	LTFP	22,78 ± 1,68	4,13 ± 0,75	–

C. Résultats de l'étude pathologique.

Sur l'ensemble des images par résonance magnétique des chevilles collectées, onze cas d'entorses latérales ont été observés (45%).

Il s'agit de sujets jeunes, huit de sexe masculin et trois jeunes filles dont l'âge varie de 18 à 20 ans.

Les lésions du faisceau antérieur et moyen sont visibles sur les coupes axiales et coronales, soit par une perte de continuité, soit par la fuite du produit de contraste sous la fibula, ou par opacification de la gaine des fibulaires (figures 99, 100).

La lésion du LTFP n'a pas été observée dans la série étudiée.

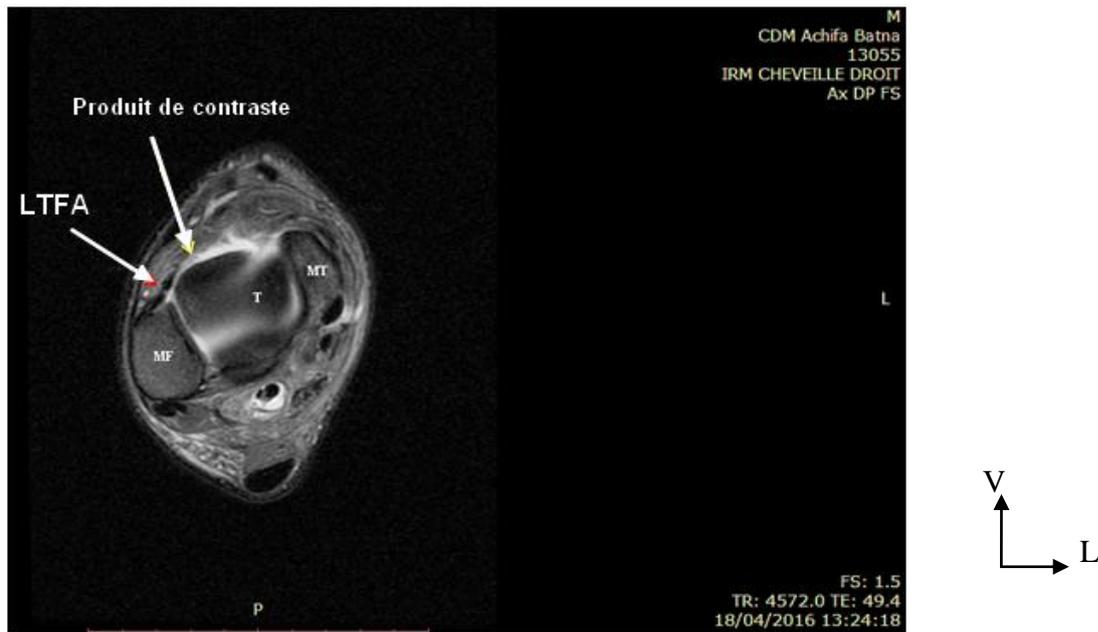


Figure 99: coupe axiale d'une cheville droite montrant la perte de continuité du LTFA et fuite du produit de contraste, témoignant d'une rupture du LTFA chez un sujet jeune de 20 ans qui a consulté pour un traumatisme de la cheville droite.



Figure 100 : coupe coronale d'une cheville droite montrant une fuite du produit de contraste sous la fibula et opacification de la gaine des fibulaires (flèches blanches) témoignant de la rupture du LTFA et du LCF chez une jeune fille de 18 ans, consultant pour douleurs résiduelles à la suite d'une entorse latérale de la cheville.

2.2.3. ARTHROSCANNER

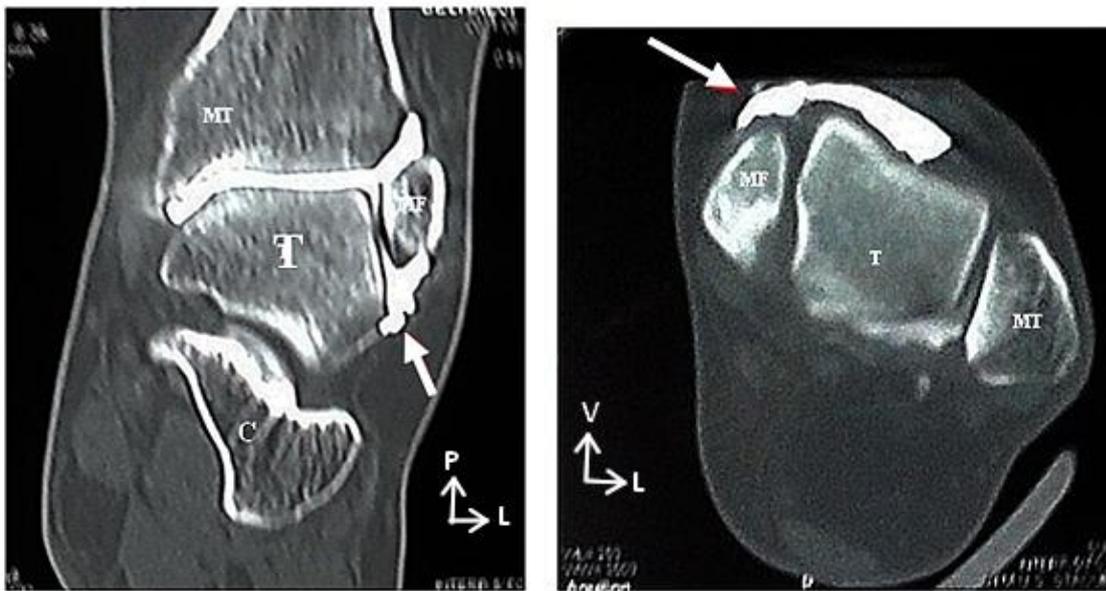
Sur les dix images collectées, cinq d'entre-elles révèlent des lésions ligamentaires.

- Rupture isolée du LTFA : 20 % (1/5).
- Rupture associée du LTFA et du LCF : 60 % (3/5).
- Rupture du LCL et LCM : 20 % (1/5).

A. Analyse des cas colligés

1^{er} cas

Arthroscanner de la cheville gauche d'une jeune femme de 38 ans montrant la fuite du produit de contraste (flèches blanches) sous la fibula sans opacification de la gaine des fibulaires témoignant de la rupture isolée du LTFA.



A

B

Figure 101 : Arthroscanner d'une cheville gauche montrant la rupture isolée du LTFA (HMUS Staouéli).

Les flèches blanches indiquent la fuite du produit de contraste sous la fibula témoignant de la rupture du LTFA.

A- Coupe coronale

B- Coupe axiale

MT : malléole médiale.

MF : malléole latérale.

T : talus.

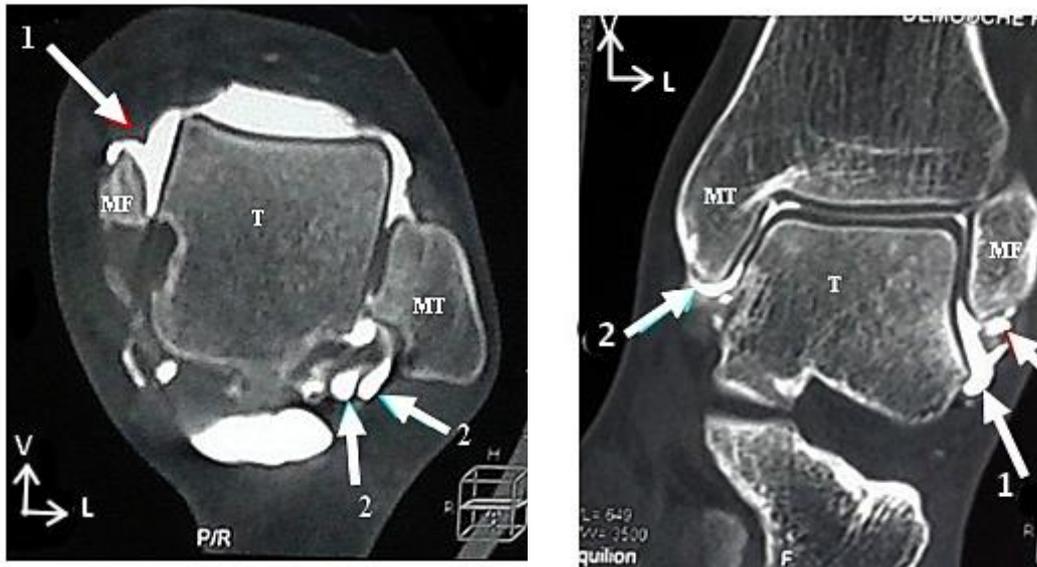
C : calcaneus.

2^e cas

Il s'agit d'un patient de 27 ans qui présente des entorses récidivantes de la cheville gauche.

Les images montrent une fuite du produit de contraste sous la fibula, signe de rupture du LTFA et opacification de la gaine des fibulaires témoignant de la rupture du LCF (flèches).

Une fissuration trans-ligamentaire du LCM est objectivée par l'opacification de la gaine du muscle tibial postérieur et du muscle long fléchisseur des orteils.



A

B

Figure 102 : Arthroscanner d'une cheville gauche montrant les lésions des ligaments collatéraux de la cheville ; le latéral (1) et le médial (2) (HMUS Staouéli).

La flèche (1) montre la fuite du produit de contraste sous la fibula et l'opacification de la gaine des muscles fibulaires témoignant de la rupture du LTFA et du LCF.

Les flèches (2) montrent la fuite du produit de contraste sous le tibia et l'opacification de la gaine du muscle tibial postérieur et du muscle long fléchisseur des orteils témoignant de la fissuration trans-ligamentaire du LCM.

A- Coupe axiale.

B- Coupe coronale.

MT : malléole médiale.

MF : malléole latérale.

T : talus.

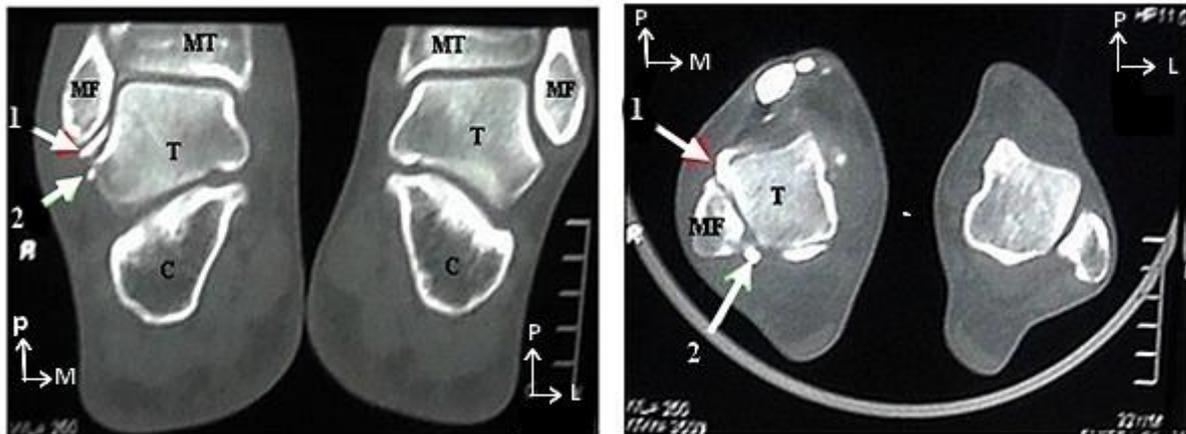
C : calcaneus

3^e Cas

Il s'agit d'un jeune sportif de 32 ans victime d'un accident sportif au cours d'un match de football avec une chute sur la cheville droite en varus forcé.

L'arthroscanner ne montre pas de lésions osseuses.

Après injection du produit de contraste on note une fuite du produit sous la fibula signe d'une rupture totale du LTFA, et une faible opacification de la gaine des muscles fibulaires, signe d'une rupture partielle du LCF (figure 103).



A

B

Figure 103 : Arthroscanner montrant les lésions des faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral de la cheville droite (HMUS Staouéli).

Les flèches (1) indiquent la fuite du produit de contraste sous la fibula signe de la rupture du LTFA.

Les flèches (2) montrent la faible opacification de la gaine des muscles fibulaires signe de la rupture partielle du LCF.

A- Coupes coronales comparatives des deux chevilles.

B- Coupes axiales comparatives des deux chevilles.

MT : malléole médiale.

MF : malléole latérale.

T : talus.

C : calcaneus

Les quatrième et cinquième cas présentaient une entorse latérale de la cheville droite avec rupture associée du LTFA et du LCF.

2.2.4. ÉCHOGRAPHIE

A-Résultats de l'étude morphologique

a- Le ligament collatéral latéral

➤ Le ligament talo-fibulaire antérieur

La sonde est placée à l'endroit le plus distal de la malléole latérale dans l'axe longitudinal du pied, le ligament talo-fibulaire antérieur est mis en tension en varus et en flexion plantaire. Il apparaît sous forme d'une bande hyperéchogène à bords réguliers, nets et parallèles, s'étendant à partir du bord antérieur de la malléole latérale jusqu'au col du talus (figure 104). En coupe axiale, il prend une forme ovoïde à contours réguliers.

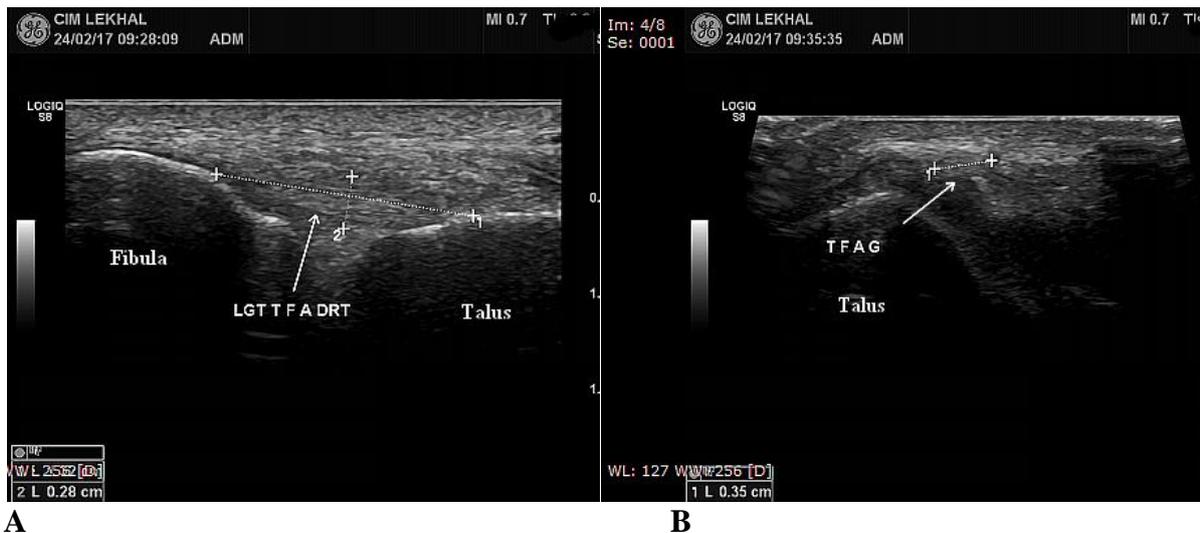


Figure 104. Montrant le ligament talo-fibulaire antérieur sous forme d'une bande rectiligne, allongée depuis la malléole latérale jusqu'au talus en coupe longitudinale (A).

En coupe axiale, (B) le LTFA apparaît sous forme d'une petite structure ovoïde bien limitée.

➤ Le ligament calcanéo-fibulaire (figure 105)

La sonde est placée dans un plan coronal oblique sur la face postéro-latérale de la cheville. Le ligament calcanéo-fibulaire est mis en tension en flexion dorsale et en varus, et apparaît sous forme d'une bande hyperéchogène à bords réguliers et nets, s'étendant de la malléole latérale à la face latérale du calcaneus. Les tendons des fibulaires reposent sur lui, et sont refoulés en dehors quand on le met sous tension. Ceci est un excellent signe de son intégrité. En coupe axiale, il prend une forme ovoïde à contours réguliers.

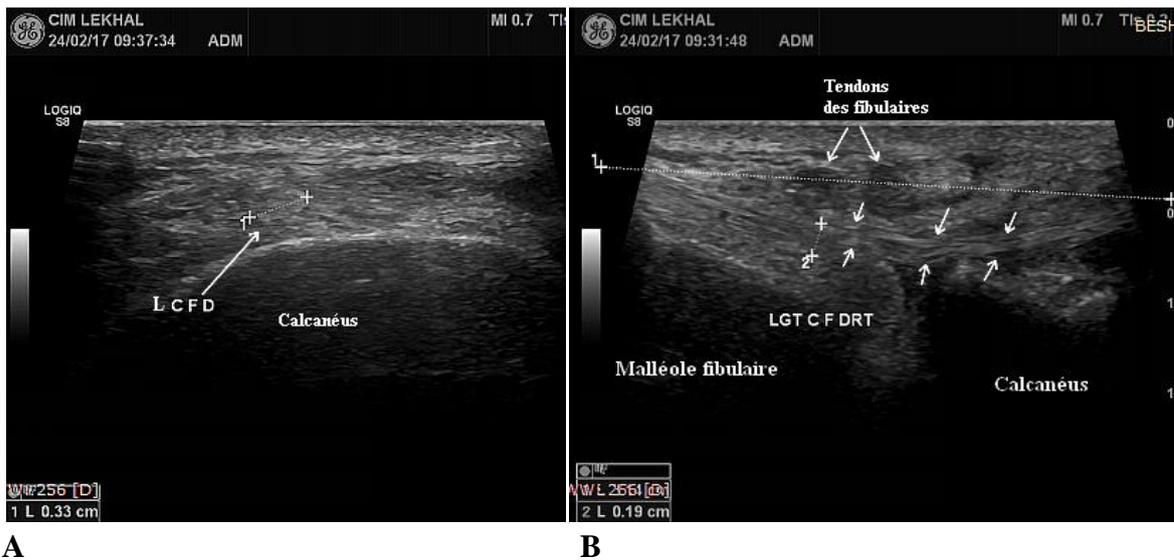


Figure 105: le ligament calcanéo-fibulaire apparaît sous forme d'une structure ovoïde sur la coupe axiale (A).

Sur la coupe coronale (B) il est régulier, fin tendu en flexion dorsale, il refoule en dehors les tendons des fibulaires.

Ce contact étroit explique le passage de l'épanchement intra-articulaire dans la gaine des fibulaires en cas de blessure du LCF.

Les deux ligaments sont visibles à l'échographie dans 97% des cas.

➤ **Le ligament talo-fibulaire postérieur**

Ce faisceau n'a pas été exploré dans notre série

b- Le ligament tibio-fibulaire antérieur distal

La sonde est déplacée vers la partie ventrale et distale de l'articulation tibio-fibulaire distale, dans un plan transversal, légèrement oblique. Ce ligament apparaît sous forme d'une structure fibrillaire s'étendant de l'extrémité distale du tibia vers l'extrémité distale de la fibula.

Parmi les variétés anatomiques de ce ligament, on a le ligament de Basset. C'est le faisceau distal du ligament tibio-fibulaire antérieur et distal, qui a été observé dans un cas (1/34) dans notre série (2,9%).

Il s'agit d'un jeune homme de 23 ans, sportif souffrant de douleurs chroniques au niveau de la cheville gauche, sur entorses récidivantes (figure 106).



Figure 106. Montrant le ligament de Basset dans une cheville gauche.

c- Le ligament collatéral médial

Son exploration avait pour but la recherche de lésions ligamentaires, objectivées sur deux cas dans notre série.

B. Résultats de l'étude morphométrique

Les dimensions : longueur, largeur et épaisseur ont été mesurées respectivement sur les coupes coronales et les coupes axiales.

Les ligaments intéressés par notre étude sont le talo-fibulaire antérieur et le calcanéofibulaire. Les résultats sont reportés sur le tableau XXIV.

Tableau XXIV. Valeurs des dimensions en mm des faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral à l'échographie

Ligament	Longueur	Largeur	Épaisseur
LTF	18,8 ± 2,89	3,7 ± 1,4	0,27 ± 0,10
LCF	29,9 ± 1,5	4,4 ± 1,4	0,23 ± 0,10

C. Résultats de l'étude pathologique

Parmi les trente-quatre échographies collectées, seize d'entre elles ont présenté des lésions ligamentaires anciennes réparties comme suit (tableau XXV) :

- A l'état pathologique le LTFA présente un aspect hyperéchogène.
- Il est épaissi dans un cas (6,25 %).
- Il est rompu en son centre dans sept cas (43,75%).
- Le LCF et le LTFA sont rompus dans six cas, dont un au niveau de son segment proximal (37,5%).
- Deux cas de lésions du ligament collatéral médial ont été observés (12,5%).

Tableau XXV : Répartition selon le nombre et le type de lésions ligamentaires

Ligament	Type de lésion	Nombre	Fréquence/ nombre d'échographie (n=34)	Fréquence / type de lésions
LTFA	Elongation	1	2,9%	6,25%
	Rupture	7	20,5%	43,75%
LCF+LTFA	Rupture	6	17,5%	37,5%
LCM	Rupture	2	5,8%	12,5%



Figure 107 (CIM LEKHAL).

- Il s'agit d'une jeune femme de 24 ans qui présente des entorses latérales récidivantes de la cheville gauche. L'examen échographique a révélé une rupture ancienne du LTFA.



Figure 108 (CIM LEKHAL).

- Image échographique d'un jeune sportif de 20 ans qui souffre d'entorse latérale récidivante de la cheville droite, et qui se plaint de douleurs chroniques à la cheville droite.
- Il s'agit d'une rupture totale du LTFA droit associée à une lésion du LCF, observée sur la figure 108.

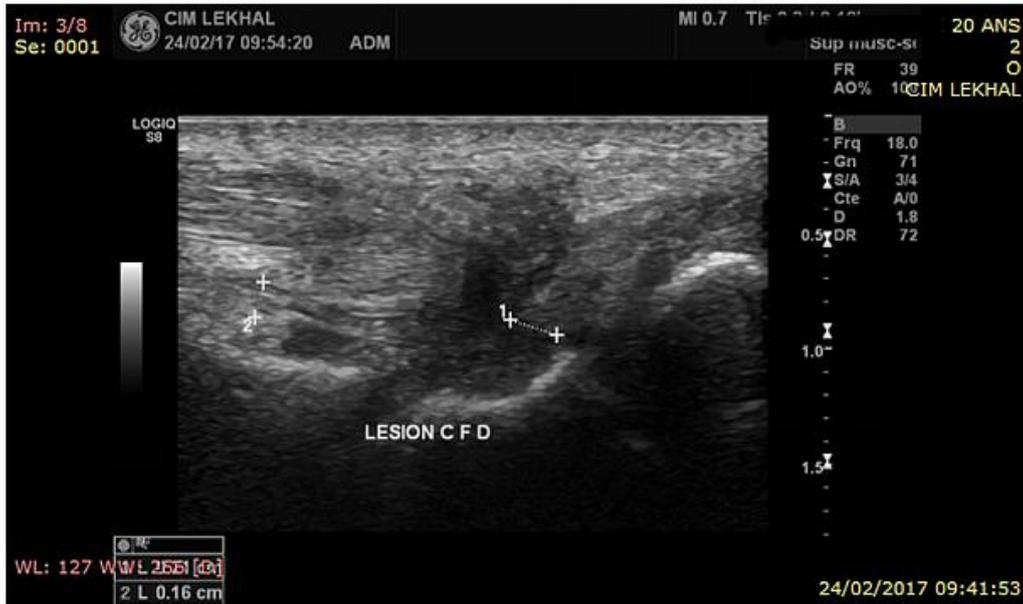


Figure 109 (CIM LEKHAL).

- L'image montre la lésion du LCF de la cheville droite.



Figure 110(CIM LEKHAL).

- Il s'agit d'un jeune homme de 23 ans présentant des douleurs au niveau de la cheville droite.
L'échographie révèle une lésion du faisceau tibio-talien du ligament collatéral médial et la présence d'un fragment intra-articulaire.
Chez le même patient on observe également une lésion du LCF droit au niveau de son segment proximal (figure 110).



Figure 111 (CIM LEKHAL).

- L'image montre une lésion du LCF à son extrémité proximale chez un jeune homme de 23 ans.

L'analyse de l'ensemble des données radiologiques des lésions ligamentaires, nous donne les résultats reportés sur le tableau XXVI.

Tableau XXVI : Répartition selon les lésions radiologiques observées à l'IRM, l'échographie et à l'arthroscanner

Lésions radiologiques	IRM	Echographie	Arthroscanner
Epaississement du LTFA	0	1	0
Rupture isolée du LTFA	3	7	1
Rupture du LTFA+LCF	8	6	3
Rupture complète du LCL	0	0	0
Rupture du LCM		2	1 (LCL+LCM)
TOTAL	11/24	16/34	5/5

Nous remarquons que la rupture du LTFA associée à celle du LCF est la plus fréquente et représente 56% de l'ensemble des lésions objectivées par l'imagerie en coupe. La rupture isolée du LTFA représente 34%, alors que celle du LCM est plus rare avec une incidence de 6.25%.

DISCUSSION

L'entorse de la cheville est une pathologie fréquente en traumatologie orthopédique. Près de 40% des personnes souffrant de blessures ligamentaires, gardent des séquelles qui interfèrent avec la vie quotidienne.

Une parfaite connaissance de l'anatomie du complexe ligamentaire, aide à comprendre les bases anatomiques de l'entorse de la cheville et à proposer par la suite une meilleure prise en charge.

Les lésions ligamentaires nécessitent parfois une réparation chirurgicale dont les techniques sont nombreuses, et d'après Tourné, les ligamentoplasties seraient les plus indiquées et donneraient de meilleurs résultats [71].

Les caractéristiques des ligaments de la cheville qu'elles soient morphologiques, morphométriques, ou les variantes anatomiques, sont donc importantes à connaître pour le chirurgien.

Dans notre étude anatomo-clinique de l'articulation de la cheville chez le sujet adulte, notre objectif est de contribuer à la compréhension des bases anatomiques de l'entorse de la cheville, basée sur l'étude macroscopique, fonctionnelle, radiologique et clinique des structures ligamentaires, avec confrontation de nos résultats avec les données de la littérature.

1. Etude anatomique

L'anatomie des ligaments de la cheville est très variable et a été rapportée par les auteurs classiques et confirmée par des travaux récents, soit par des études sur sujets anatomique, soit par l'utilisation des moyens d'explorations radiologiques de plus en plus performants.

a- *Le ligament talo-fibulaire antérieur* est le plus souvent le premier lésé et peut être source d'instabilité. Sa description détaillée peut aider à restaurer sa fonction par une reconstruction ligamentaire appropriée, et à faciliter la compréhension du mécanisme de la lésion ligamentaire.

D'après Milner and Soames [56-73], ce ligament présente un faisceau dans 38% des cas, deux faisceaux dans 50 % des cas, et trois faisceaux dans 12 % des pièces étudiées. Selon l'étude de Taser et Al [135] , un seul faisceau est retrouvé dans tous les spécimens étudiés, sauf un qui en a présenté deux.

Sarrafian [25] quant à lui, rapporte la présence constante de deux faisceaux et occasionnellement trois.

La présence de deux faisceaux serait un facteur déterminant dans la gravité de l'entorse latérale de la cheville selon Bauer [69].

Dans notre série, les résultats se rapprochent de ceux de Milner and Soames [56] : deux faisceaux dans 66% des cas, et un seul faisceau dans 34% des cas, sauf que nous n'avons pas trouvé la forme à trois faisceaux.

Les dimensions du ligament talo-fibulaire antérieur de notre étude ont été comparées aux travaux de Taser and Al [135], Milner And Soames [56] et Burks and Morgan [55].

Nos résultats sont similaires avec ceux des auteurs sus-cités, à l'exception des résultats de Milner and Soames [56], dont les valeurs donnent un ligament plus court et plus large. Cette divergence selon les différentes études, serait due aux différents points de mesures pratiqués.

Cependant, toutes les études confirment que le faisceau proximal est plus long que le faisceau distal, ce qui suggère selon Khawaji and Soames [70] que son rôle est plus important dans le maintien de la stabilité de la cheville.

Dans notre étude comparative de la morphométrie du ligament talo-fibulaire antérieur entre les deux côtés droit et gauche à la recherche de différences structurelles, nous trouvons une légère augmentation des valeurs droites, ce qui concorde parfaitement avec l'étude de Kitsoulis [54] qui n'a pas observé de différences importantes entre les deux côtés.

Ceci amène Mc Dermott et Al [35] à conclure que la variation de la longueur du LTFA ne présente aucune corrélation avec sa vulnérabilité dans les entorses de la cheville, et que la cause la plus commune est la flexion plantaire de la cheville qui supprime l'effet stabilisateur du LCF et place le LTFA dans une position mécaniquement vulnérable.

Dans notre étude, et à la différence de certains travaux qui rapportent l'absence du ligament talo-fibulaire antérieur, comme ceux de Kitsoulis et Al [54], quatre cas sur soixante-douze chevilles disséquées, et de Omer Raheem [136] à propos d'un cas sur vingt chevilles disséquées, la présence de ce ligament était constante.

La précision des points de fixation talaire et fibulaire est importante à connaître dans le cas d'une reconstruction chirurgicale.

Dans leur étude, Thomas. O et Al [137] ont donné des repères osseux pertinents concernant les faisceaux du ligament collatéral latéral. La distance entre l'insertion fibulaire du LTFA (faisceau unique) et le sommet de la malléole latérale est en moyenne de 13,8 mm (12,3-15,3), et entre son insertion talaire et l'apex du processus latéral du talus est en moyenne de 17,8 mm.

Dans notre série, les valeurs de nos mesures se rapprochent des résultats de cette étude et avec ceux de Thés A [53] qui a localisé les zones d'insertions des faisceaux du ligament collatéral latéral sur 14 cadavres par une étude anatomo-arthroscopique.

Certains auteurs ont travaillé sur le comportement de ce ligament à sa mise en tension.

Omer A. Raheem [136], rapporte les variations suivantes : la longueur passe de 15,5 mm à 18 mm en flexion plantaire et diminue à 14,5 mm en flexion dorsale, Khawaji and Soames [70], remarquent que la longueur diminue en dorsiflexion (18,8 mm) et en éversion (18,25 mm) par rapport à la position neutre (20,5 mm) et augmente en flexion plantaire (21,06 mm) et en inversion (20,26 mm).

Le comportement des deux faisceaux est différent pendant les mouvements : en flexion plantaire le faisceau proximal est tendu et limite le varus, tandis que le faisceau distal est relâché, alors qu'en flexion dorsale c'est l'inverse qui se produit.

Dans notre travail, nous avons constaté une élongation du ligament talo-fibulaire antérieur en flexion plantaire (20,09 mm) et en inversion forcée (21,03 mm) par rapport à la position neutre (20,5 mm) soit respectivement 1,66% et de 2,20% de sa longueur initiale.

Le faisceau proximal semble être le plus important, il se rompt en premier d'après notre étude expérimentale de l'entorse, ce qui corrobore avec les données de Golano [50] et Ferkel [138], qui concluent d'après leurs études qu'une section isolée n'entraîne pas d'instabilité, à l'inverse de la section complète, ce qu'on a observé dans la série des cas d'entorses colligées.

Ces données confirment la structure élastique et déformable du ligament dont l'élongation peut atteindre 20 à 25 % de sa longueur initiale, et qu'une flexion plantaire au-delà de 40° augmente de 3,3 % la distension du ligament talo-fibulaire antérieur, ce qui pourrait affaiblir le ligament et l'exposer à des blessures selon Diebold [103].

De même, les changements signalés dans la longueur du ligament en fonction de la position de l'articulation sont importants pour comprendre la fonction du LTFA, et son implication dans l'entorse de la cheville. Ceci pourrait se traduire par le développement de protocoles efficaces de prévention des blessures, selon Khawaji et Soames [70].

b- Le ligament calcanéo-fibulaire (LCF) est commun aux articulations talo-crurale et sub-talienne, il est souvent atteint dans l'entorse latérale de la cheville et, il est incriminé dans l'instabilité de l'articulation sub-talienne.

Le nombre de ses faisceaux est variable. Il est mono-fasciculaire pour Muhle et Al [139] qui ont utilisé l'IRM pour étudier 6 chevilles cadavériques, pour Kitsoulis [54], il comprend un faisceau dans (72,2%) des cas, deux faisceaux dans (22,2%), et trois faisceaux dans (5,6%) des 72 pièces étudiées

Concernant notre série nous avons observé un faisceau sur 22 pièces (92%) et deux faisceaux sur deux pièces (8%).

Dans son travail sur la morphologie du ligament calcanéo-fibulaire, Kitsoulis [54] rapporte une insertion fibulaire commune avec le ligament talo-fibulaire antérieur dans 33% des cas, et une terminaison calcanéenne antérieure (en avant du tubercule des fibulaires) dans 24,54% des cas a été citée par Taser [135].

Pour ce dernier auteur [135] qui a travaillé sur 44 chevilles, la variation de l'insertion terminale entraîne une modification de l'angle du LCF par rapport au plan sagittal et dont la connaissance, est intéressante dans le diagnostic radiologique des lésions ligamentaires.

Selon toujours les mêmes auteurs l'orientation du ligament change également en fonction de la position du talus, en varus ou en valgus, ce qui pourrait constituer un facteur d'instabilité et prédisposer aux entorses de la cheville.

Dans notre travail, une insertion commune avec le faisceau antérieur est retrouvée dans 4% des cas, et une terminaison calcanéenne dorsale (en arrière et au dessus du tubercule des fibulaires) est constante sur l'ensemble des pièces étudiées, comme c'est décrit dans les ouvrages classiques.

Dans notre série, l'angle réalisé entre le plan sagittal et le ligament calcanéo-fibulaire en position neutre, varie entre (35° - 58°) avec une moyenne de $53,70^{\circ}$, et se rapproche des mesures de Kitsoulis [54] qui donne un angle de $51,11^{\circ}$ et une variance de (30 à 60°) et de Taser et Al [135] qui est de $51,14^{\circ}$ et une variance de (32° - 60°) mais s'éloignent des résultats de Burks et Morgan [55] qui ont signalé un angle de 133° (113° - 150°).

Les valeurs des dimensions (longueur et largeur) sont extrêmement variables d'un auteur à l'autre, nos résultats se rapprochent des données de l'étude la plus récente, celle de Mahmut ugurlu [49], et la différence entre les côtés droit et gauche existe mais elle est peu significative comme c'est indiqué dans la littérature.

Le repérage des zones d'insertion de ce ligament, est important dans les reconstructions anatomiques. La distance depuis son insertion fibulaire à l'apex de la malléole latérale a été étudiée par Thomas et Al [137] qui donnent les valeurs suivantes : 5,3 mm (4,2-6,5 mm).

Les résultats de notre série, s'en rapprochent relativement et sont en moyenne de $6,2 \pm 0,9$ mm.

Or, dans la littérature il n'y a pas de consensus sur un repère osseux reproductible concernant l'insertion calcanéenne du LCF.

Le ligament calcanéo-fibulaire est tendu en inversion forcée et en flexion dorsale, et sa longueur subit un allongement maximal de 2,88 mm en moyenne, observé par Kitsoulis, qui rapporte également que les femmes présentent un allongement plus important que les hommes qui pourrait expliquer la laxité ligamentaire chez la femme, et qui serait due d'après lui à des facteurs hormonaux.

Dans notre série, l'élongation est très faible ne dépassant pas 0,25 mm, expliquée probablement par l'état des pièces disséquées qui ont perdu de leur élasticité. De même,

vu le nombre restreint de chevilles de femmes disséquées (quatre pièces), nous n'avons pas pu vérifier la laxité ligamentaire.

Toujours est-il, il est avéré que l'allongement du ligament calcanéofibulaire est essentiel pour la stabilisation des articulations talo-crurale et sub-talienne lors des entorses de la cheville.

La lésion du LCF est rarement isolée, nécessitant un mécanisme en varus pur avec hyperflexion dorsale, ce que nous avons constaté dans la population ciblée par notre étude, qui a montré que l'atteinte isolée du faisceau moyen est rare, et qu'elle est associée à celle du LTFA le plus souvent. Ceci confirme les résultats des études antérieures telles que celle de [Golano]^[50].

- c- *Le faisceau postérieur du ligament collatéral latéral*, est rarement lésé lors des entorses de la cheville, en raison de sa situation profonde, intra-articulaire, et de sa résistance. En effet pour le rompre dans notre étude expérimentale de l'entorse, il nous a fallu pousser à l'extrême le mécanisme lésionnel en imprimant une grande force avec rotation médiale du tibia. Par ailleurs, aucun cas n'a été trouvé dans la population ciblée.

Nos résultats morphométriques concordent avec ceux des travaux antérieurs.

- d- *Le ligament intermalléolaire postérieur*, présente une prévalence radiologique et anatomique qui varie de 19 à 100 % dans les études récentes selon Oh CS [140].

Il joue un double rôle : il affermit l'union des deux os et augmente en arrière la surface articulaire qui reçoit le talus, selon Bichat [141].

En outre, il est tendu en flexion dorsale et peut être lésé en cas de traumatisme provoqué par une flexion dorsale forcée, en parallèle, il est relâché en flexion plantaire et peut se coincer entre le tibia et le talus et entraîner ainsi un syndrome douloureux, selon Golano [50].

Dans notre série ce ligament est présent dans 8,33% des pièces disséquées, et n'a été observé que sur une seule image d'IRM (4%).

- e- *La description anatomique du ligament collatéral médial* est très variable, mais il est convenu que ce soit dans les ouvrages classiques ou dans les travaux récents qu'il se

compose de deux couches, superficielle et profonde. C'est un ligament multifasciculaire qui s'insère d'une part sur la malléole médiale et d'autre part sur le talus, le calcaneus, et l'os naviculaire.

Milner and Soames [56-73] et Sarrafian [25], ont décrit six faisceaux, dont trois sont toujours présents (le ligament tibio-naviculaire, le ligament tibio-spring et le ligament tibio-talaire postérieur) et les trois autres sont variables (le ligament tibio-talaire superficiel, le ligament tibio-calcaneen et le ligament tibio-talaire antérieur profond).

Pour notre part, nous avons trouvé dans tous les spécimens disséqués cinq faisceaux, dont trois superficiels (le ligament tibio-talaire antérieur superficiel, le ligament tibio-naviculaire, et le ligament tibio-calcaneen superficiel) et deux profonds (le ligament tibio-talaire antérieur profond, et le ligament tibio-calcaneen profond). Ces résultats rejoignent ceux des anatomistes classiques [31].

Dans notre étude, nous avons pris seulement les dimensions des faisceaux de la couche superficielle, car mieux individualisés, et les résultats obtenus sont similaires aux données de la littérature Benassayag et Al [57], Sally Mahmoud et Al [58].

Le LCM stabilise médialement la cheville, et s'oppose aux forces valgusantes et rotatoires, et il semble que c'est le ligament tibio-calcaneen qui joue le rôle le plus important dans la stabilité latérale en agissant conjointement avec le ligament calcaneo-fibulaire selon Benassayag, et Al [57].

Le ligament collatéral médial est tendu en flexion plantaire, et sa rupture est rare et s'accompagne le plus souvent d'une fracture malléolaire.

Dans notre série, deux cas de lésions du ligament collatéral médial ont été colligés sur un ensemble de 32 explorations radiologiques des entorses de la cheville.

f- La description anatomique de l'articulation tibio-fibulaire distale est brève dans les traités classiques d'anatomie.

Actuellement, elle fait l'objet de nombreux travaux de recherche, vu le rôle important qu'elle joue dans la stabilité de la cheville notamment après la survenue de

lésions ostéo-ligamentaires. En effet le rétablissement de la congruence de la mortaise tibio-fibulaire est le garant d'un bon résultat fonctionnel.

Contrairement à Bartonieck [46] qui a identifié des facettes cartilagineuses sur les deux os dans vingt-trois cas sur trente spécimens, considérant ainsi la syndesmose comme articulation synoviale, le revêtement cartilagineux n'a été observé que sur la partie distale de l'incisure fibulaire sous forme d'une fine bande en continuité avec le cartilage de la mortaise dans notre série. Ceci concorde avec les résultats des ouvrages classiques [31-34-43].

Le ligament tibio-fibulaire antérieur distal est le moins résistant selon Kelikian and Kelikian [142].

Nikolopoulos et Al [143-144] ont démontré qu'il était formé de deux faisceaux, Bartonieck [46] de trois faisceaux, et Broström [19] a mentionné que les fibres superficielles ventrales avaient une longueur de deux à trois cm.

Le faisceau distal est plus profond, et a été identifié par de nombreux auteurs ; Basset et Al [74], Akseki et Al [145] comme étant le ligament accessoire de Basset, responsable de conflit antéro-latéral, et dont la résection soulage la douleur des patients souffrant de douleurs chroniques à la cheville après une entorse sans pour cela provoquer une instabilité.

Dans notre série, le ligament tibio-fibulaire antérieur distal est composé de deux faisceaux et la longueur est en moyenne de $27,52 \pm 8,33$ mm. Le faisceau distal est mieux individualisé et il est retrouvé sur l'ensemble des pièces étudiées (100%). Nikolopoulos [143] dans son étude cadavérique, l'a observé sur vingt-deux spécimens sur un ensemble de vingt-quatre échantillons (92%).

Dans la littérature, il existe une controverse quant au ligament transverse : appartient-il au ligament tibio-fibulaire postérieur distal ou, est-il une structure indépendante ?

Golano [50] et Bartonieck [46], le considèrent comme un faisceau profond du ligament tibio-fibulaire postérieur, il unit la malléole médiale à la malléole latérale et forme la paroi dorsale de la mortaise malléolaire, il se termine sur le bord dorsal de la malléole latérale.

De par sa résistance, on le rend responsable des arrachements de la malléole de Destot lors des fractures de la cheville. Ce ligament jouerait un rôle dans la stabilité de l'articulation talo-crurale en empêchant la translation postérieure du talus.

Dans notre série, nous avons constamment trouvé le ligament transverse doublant en profondeur le ligament tibio-fibulaire postérieur.

L'étude des surfaces articulaires n'était pas approfondie, toutefois nous trouvons une corrélation entre nos résultats et ceux de la littérature [71].

2. Étude clinique

L'entorse du ligament collatéral latéral est la plus fréquente et se voit dans 85% des cas selon la revue de la littérature, et 98% des cas dans notre série.

La tranche d'âge la plus touchée, est celle de (20-30 ans), avec une fréquence de 44 % et une moyenne d'âge de 28,55.

Nos résultats sont superposables aux résultats des études similaires réalisées sur des populations occidentales [115-146].

Ceci peut être expliqué par la disposition anatomique des ligaments latéraux sous forme de faisceaux séparés par des espaces, créant ainsi des points de faiblesse, alors que du côté médial le ligament est multifasciculaire, court, et large et se dispose en deux couches superficielle et profonde [88].

Il est donc plus résistant, et sa rupture est rare, le plus souvent accompagnée de fractures malléolaires (deux cas dans notre série), de plus la classe modale représente la population active de la société donc la plus exposée.

Dans notre série, il s'agit dans (67%) des cas d'un accident sportif, ce qui rejoint les résultats de l'étude de Mansat et Al [147].

Ceci s'explique par l'engouement de la population jeune pour le sport particulièrement pour les sports de contact, (80%) dans notre série.

La prédominance masculine dans notre étude est nette, avec un pourcentage de 72% et un sex-ratio de 2,55, résultat proche des études de Pilardeau et Al [115] qui ont trouvé une prédominance masculine avec un sexe ratio de 3.

D'après Kitsoulis [54], il existe une laxité ligamentaire constitutionnelle chez la femme qui serait favorisée par les hormones féminines et qui nécessite par conséquent, des contraintes plus importantes chez la femme par rapport à l'homme.

Le côté atteint est principalement le côté droit (67% dans notre étude), probablement expliqué par le fait que c'est le membre prédominant.

Ce résultat est conforté par les données de notre étude comparative entre les deux côtés droit et gauche des faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral, qui montrent une légère augmentation des valeurs du côté droit par rapport au côté gauche.

Les résultats du travail de Boulacel [148] réalisé en 2008, portant sur la biométrie des surfaces osseuses de l'articulation talo-crurale, confortent une seconde fois ces constatations.

En effet, les valeurs (longueur et largeur) du talus sont plus importantes à droite, le degré d'inclinaison formé par les bords médial et latéral est plus élevé à droite, de plus la torsion fibulaire est plus importante à droite, de même que la profondeur de la malléole tibiale.

Cependant, et toujours selon les résultats de Boulacel, l'index de la largeur de la trochlée est plus élevée à gauche.

Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que le membre pelvien droit prédomine dans la dynamique donc dans la mobilité, alors que le membre gauche est plus statique et prédomine plutôt dans le support et la stabilité.

Le mécanisme lésionnel est l'inversion forcée, et nos résultats concordent avec ceux de la littérature, et le premier à se rompre est le ligament talo-fibulaire antérieur.

Saint-Pierre et Al [149] ont testé trente-six ligaments collatéraux latéraux de la talo-crurale, et ont prouvé que la rupture se fait d'une manière égale à la partie moyenne du ligament ou à son insertion osseuse. Selon Diebold [103], le ligament talo-fibulaire antérieur est rompu dans 76 % des cas en son milieu, dans 7 % des cas au niveau de la fibula avec parfois arrachement d'un fragment osseux, et dans 11 % des cas, le ligament talo-fibulaire antérieur est désinséré du talus.

Dans notre série, nous avons expérimenté l'entorse latérale de la cheville sur des pièces cadavériques, et nous avons constaté que, lorsque le mécanisme lésionnel est progressif, la rupture se fait au niveau de son insertion sur le talus, si par contre on applique une inversion forcée de manière brusque il se rompt en son milieu.

Ces résultats confirment le siège de la lésion soit au milieu, soit au niveau de l'insertion osseuse.

Ce sont les fibres de la bande proximale qui sont les premières sollicitées, puis celles de la bande distale. Le ligament talo-calcanéen interosseux est tendu mais reste intact dans notre étude.

Toujours selon l'étude de Diebold [103], le ligament calcanéo-fibulaire, se rompt dans 59 % des cas au niveau de son insertion sur le calcaneus, dans 19 % des cas à sa partie moyenne, et dans 14 % des cas au niveau de la fibula.

Dans notre série, la désinsertion du ligament s'est faite au niveau de son insertion calcanéenne.

En réalité, notre travail était limité par le manque de moyens expérimentaux. Actuellement, les laboratoires de recherche biomécanique et robotique, sont dotés de moyens très performants qui ont le potentiel de donner une meilleure compréhension de l'entorse de la cheville, et de développer de nouvelles mesures prophylactiques et thérapeutiques ciblées, particulièrement chez les athlètes d'après Daniel Tik-Pui et Al [150].

Dans notre série, l'entorse du ligament collatéral médial (LCM) bien que rare, a été observée dans 2% des cas, à la différence de Hintermann [101] qui, sur une évaluation arthroscopiques de 288 fractures de cheville, la lésion du ligament collatéral médial est rapportée dans 39.6% des cas.

Nos résultats rejoignent les données de la littérature selon lesquelles l'entorse du LCM est rarement isolée et entre le plus souvent dans le cadre des fractures de la cheville.

Pas toujours isolée, l'entorse de la syndesmose tibio-fibulaire distale, peut être observée dans les fractures bi-malléolaires. Son atteinte est trop souvent noyée dans un diagnostic général d'entorse de la cheville, alors que son incidence est de 1 à 18% de

l'ensemble des lésions ligamentaires de la cheville selon Rammelt [151], et peut atteindre 74 % dans certains sports comme le ski, et le hockey sur glace.

Dans notre série, aucun cas n'a été observé, probablement expliqué par le peu de pratique de ces sports dans notre société.

La radiologie standard de face et de profil de la cheville a été systématiquement demandée dans notre série.

L'échographie, l'IRM, et l'arthroscanner n'ont été pratiqués qu'après contrôle et suspicion de complication.

D'après Brasseur [152], dans une corrélation écho-anatomique, les ligaments peuvent être analysés avec une précision de deux millimètres pour les faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral, et pour son faible coût, elle représente un élément fiable dans le diagnostic des lésions ligamentaires.

Dans notre série d'images ultra-sonographiques collectées, nous avons constaté que les deux faisceaux antérieur et moyen apparaissaient à l'état normal, sous forme d'une bande longitudinale, hyperéchogène, à bords réguliers, nets et parallèles en coupe coronale, et prenaient la forme d'une petite structure ovoïde à contours nets en coupe axiale, comme c'est décrit par Morvan G [110].

Le ligament talo-fibulaire antérieur était visible dans 97% des cas, et le calcanéofibulaire dans 100% des cas. Ceci rejoint les résultats de Friedrich et Al [153] qui ont rapporté une visibilité du ligament talo-fibulaire antérieur dans 91% des cas dans une série de 20 volontaires sains, et de Milz et col [154] qui ont rapporté une visibilité du ligament talo-fibulaire antérieur dans 89,6% des cas dans une série de 48 spécimens.

La précision de l'échographie dans le diagnostic du ligament talo-fibulaire antérieur et des déchirures du ligament calcanéofibulaire a été rapportée pour aller de 87% à 100%.

Mc Dermott [35] dans son étude de corrélation anatomo-radiologique de la longueur du LTFA faite sur 100 IRM, et sur la dissection de 20 échantillons frais, soumis également à l'imagerie par résonance magnétique, a constaté une divergence entre les

valeurs des mesures anatomiques et les valeurs de longueur mesurées par IRM. Il a conclu que cela est peut être dû à des difficultés d'imagerie.

Pour notre part, nous avons comparé nos résultats avec ceux d'Apoorva [7] qui a travaillé sur 30 IRM de sujets âgés entre 18 et 60 ans, et nous constatons que nos résultats se rapprochent approximativement (Tableau XXVIII).

Cependant, nous ne pouvions pas corréliser l'IRM avec les données de la dissection car les échantillons choisis n'étaient pas les mêmes.

Les lésions ligamentaires ont été objectivées dans 100% des cas d'entorses étudiés dans notre série, ce qui corrobore avec les résultats de DW Tan [155] qui parlent d'une sensibilité de l'IRM de 97% et une spécificité de 100% pour les blessures du LTFA par rapport à l'arthroscopie.

Dans son étude, Milz [154] a ramené une discordance entre l'échographie et l'IRM dans deux cas parmi 60 ligaments, et la lésion était plus facilement identifiée par l'IRM que par l'échographie.

Toutefois, en raison de sa faible disponibilité, de son coût et de l'incidence élevée des blessures à la cheville, l'IRM a des indications limitées.

Le traitement préconisé dans notre série, était l'immobilisation plâtrée avec médication, suivie de rééducation fonctionnelle. Seul un cas a bénéficié d'un traitement chirurgical. Il s'agissait d'une instabilité chronique de la cheville.

Bonnel [3], Blanchet A [156], Duquennoy et Al [123], privilégient la chirurgie dans le traitement des entorses de la cheville chez l'adulte jeune et le sportif de haut niveau.

Belbachir [157], dans son étude prospective à propos de 127 cas d'instabilité antéro-latérale de la cheville post-traumatique, 97 patients ont été opérés après échec au traitement médico-rééducatif.

Tous ont bénéficié d'une résection capsulo-ligamentaire associée à une plastie de renfort en fonction de l'étage de l'atteinte. Une analyse de 100 ligamentoplasties a donné des résultats encourageant avec un bon indice de satisfaction et, ceci en respectant les principes des techniques de la réfection capsulo-ligamentaire anatomique

avec plastie de renfort sélectif et correction d'un varus calcanéen constitutionnel, facteur d'instabilité.

Broström [19] a introduit la réparation directe du ligament distendu, reprise par Blanchet en 1975, qui pratiqua la résection de la partie cicatricielle du ligament talo-fibulaire antérieur et le sutura à lui-même.

Duquennoy [123] quant à lui, procéda autrement en remettant en tension le ligament talo-fibulaire antérieur pour effacer une poche pré-malléolaire et en le réinsérant en trans-osseux sous tension.

La réparation du ligament calcanéofibulaire, peut être une réinsertion trans-osseuse sur la pointe fibulaire qui peut être doublée par un lambeau de périoste fibulaire selon Tourné [71].

Mabit [158] a proposé une véritable ligamentoplastie utilisant le troisième fibulaire (péroneus tertius), quand il est présent et de calibre suffisant, pour reconstruire le ligament talo-fibulaire antérieur et éventuellement le ligament cervical talo-calcanéen. La fixation du transplant se fait dans des tunnels trans-osseux dans la malléole fibulaire et dans le col du talus. La longueur du transplant autorise si nécessaire la stabilisation de l'articulation sub-talaire, en réalisant un troisième tunnel dans le calcaneus. Une plastie utilisant le retinaculum des extenseurs peut compléter cette stabilisation sub-talaire. Selon toujours le même auteur, elle serait fiable dans 60% des cas et évite la plastie au court fibulaire qui entraîne un blocage de la sub-talienne.

Sur une série de trente ligamentoplasties utilisant le tendon du troisième fibulaire, 83% des cas ont retrouvé une cheville stable, résultats comparables à celui des autres techniques de ligamentoplasties de 70 à 78 % selon Desnoyers [159].

Joshi SD [160] a observé sur une dissection de 110 chevilles de cadavres, que le troisième fibulaire était présent dans 90% des cas, avec une incidence plus importante à droite.

Dans notre série, il a été observé dans (33.3%) des cas.

Cette différence dans les résultats serait due à la différence du nombre de spécimens étudiés.

PERSPECTIVES D'AVENIR

En dépit de sa prise en charge thérapeutique codifiée par un consensus de médecine d'urgence de 1995 et actualisé en 2004 [17], l'entorse de la cheville reste un problème de santé publique de par sa fréquence et surtout par sa récurrence.

Pour cela de nombreuses techniques exploratrices et chirurgicales et mêmes préventives ont vu le jour ces dernières années, afin d'améliorer son pronostic.

- 1- L'échographie à haute résolution : la place de l'échographie à haute résolution dans le diagnostic des lésions ligamentaires, devient de plus en plus importante. Peu coûteuse, rapide, et disponible, elle peut fournir une description détaillée des structures anatomiques normales et pathologiques. Indiquée dans les entorses graves ou d'évolution anormale, ou dans un contexte professionnel précis (sportif), elle permet de voir les différents types de lésions : œdème, rupture ligamentaire, arrachement osseux, grâce aux progrès techniques de plus en plus performants.
- 2- L'imagerie par résonance magnétique (IRM) et l'arthrographie, permettent une excellente évaluation des ligaments, et révèlent en plus, des anomalies intra-articulaires associées. Toutefois, elles sont relativement coûteuses, et peu disponibles.
- 3- La recherche biomécanique et robotique dotée de moyens très performants, a le potentiel de donner une meilleure compréhension de l'entorse de la cheville, et développer ainsi de nouvelles mesures prophylactiques et thérapeutiques ciblées, particulièrement chez les athlètes.
- 4- L'arthroscopie, technique mini-invasive, permet actuellement de réaliser les réparations du plan ligamentaire latéral de façon anatomique sans augmenter la morbidité. Cette technique donne l'avantage de mieux visualiser les insertions ligamentaires et de pouvoir traiter dans le même temps opératoire les lésions associées. Comme pour le genou et l'épaule ses bénéfices sont indiscutables.
- 5- la prothèse de cheville a nettement progressé ces dernières années après des débuts décevants. Intervention difficile, mais qui trouve son indication devant une atteinte sévère de la cheville telle que l'arthrose qui peut survenir à la suite d'une instabilité chronique, ou une maladie inflammatoire.
- 6- Reconstruction 3D de la cheville et du pied : Technique révolutionnaire, particulièrement si elle est complétée par une impression 3D. Elle offre de nombreux avantages pour les radiologues et les chirurgiens :
 - Meilleure visualisation et connaissance des éléments anatomiques de la région à explorer ou à opérer.
 - Meilleure préparation du geste opératoire qui devient plus précis.
 - Meilleurs résultats avec un temps plus court.
 - Aide à la conception des prothèses de cheville.

RECOMMANDATIONS

Le complexe capsulo-ligamentaire de la cheville peut être touché au cours de certains mécanismes lésionnels, particulièrement le varus équin, déterminant ainsi l'entorse latérale de la cheville.

Son incidence journalière est de 1 cas pour 10000 habitants, et elle représente 15 à 20% des traumatismes sportifs.

Le diagnostic est particulièrement clinique, mais également radiologique.

Le traitement fonctionnel représente la base de la prise en charge thérapeutique.

Le traitement chirurgical est réservé à l'échec du traitement médical.

Une bonne connaissance anatomique de la région permet un diagnostic précis et une prise en charge adaptée.

1-le clinicien doit savoir que :

- La prise en charge du premier épisode de l'entorse de la cheville particulièrement la latérale est capitale.
- Le risque de récurrence est augmenté chez les personnes ayant eu des antécédents d'entorses, ou qui n'ont pas suivi un traitement fonctionnel d'équilibre ou de proprioception.
- Le recours aux examens radiologiques doit obéir aux règles de Ottawa afin d'éliminer une fracture associée.
- La précision de l'échographie dans le diagnostic du ligament talo-fibulaire antérieur et des déchirures du ligament calcanéofibulaire a été rapportée pour aller de 87% à 100%.
- L'échec du traitement fonctionnel est une indication au traitement chirurgical.

2- le chirurgien doit savoir que :

- La réparation des ligaments doit être isométrique.
- La connaissance des paramètres anatomiques de l'appareil capsulo-ligamentaire est fondamentale.
- La connaissance des rapports des ligaments avec les éléments de voisinage est importante dans l'abord chirurgical.
- Le traitement fonctionnel doit compléter le geste opératoire.

CONCLUSION

L'entorse de la cheville est un traumatisme très fréquent, malheureusement très souvent banalisé par le patient ou par le praticien.

Pourtant, une mauvaise prise en charge peut entraîner un certain nombre de complications, particulièrement l'instabilité chronique ou la douleur résiduelle.

L'étude des ligaments de la cheville, revêt un intérêt particulier au vu du perfectionnement des techniques chirurgicales et exploratrices, sans oublier la conception des prothèses de la cheville.

Dans notre étude cadavérique, nous avons observé un certain nombre de variétés anatomiques:

- Le ligament talo-fibulaire antérieur est le plus souvent double, avec un faisceau proximal plus important que le faisceau distal, et un comportement différent au cours des mouvements articulaires.
- Le ligament calcanéofibulaire est le plus souvent mono-fasciculaire, ses dimensions sont variables, et son orientation par rapport à l'axe de la jambe pourrait constituer un facteur d'instabilité et favoriser l'entorse.
- Le ligament intermalléolaire postérieur est souvent formé de deux faisceaux, il est source de syndrome douloureux.
- Le faisceau accessoire de Basset est constant dans notre étude, il peut être à l'origine des douleurs résiduelles après un mécanisme lésionnel.
- Le muscle troisième fibulaire est présent, et peut être utilisé dans les réparations chirurgicales.

L'étude cadavérique nous a permis également d'expérimenter l'entorse latérale de la cheville et de faire les constatations suivantes :

- Les ligaments sont des structures élastiques qui subissent une élongation à leur mise en tension.
- Le ligament talo-fibulaire antérieur est le premier lésé, et quand il est bi-fasciculaire, c'est le faisceau proximal qui se rompt, et la rupture se fait soit en plein corps, soit par désinsertion osseuse. Son atteinte ne retentit que sur l'articulation talo-crurale.

- Le ligament calcanéo-fibulaire est lésé après le faisceau antérieur, et sa rupture isolée est rare, nécessitant un varus pur et une hyperflexion dorsale. L'atteinte associée des deux faisceaux peut retentir à la fois sur l'articulation talo-crurale et l'articulation subtalienne. Le problème serait donc de repérer la lésion du ligament calcanéo-fibulaire.
- Le ligament talo-fibulaire postérieur est rarement lésé.

Nous avons complété notre étude par une corrélation entre les données cliniques, radiologiques, et anatomiques.

L'entorse latérale de la cheville est de loin la plus fréquente, touchant particulièrement le sujet jeune sportif. L'atteinte masculine est plus importante, et le côté droit est le plus intéressé.

L'imagerie joue un rôle crucial dans l'évaluation des ligaments de la cheville.

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) et l'arthrographie permettent une excellente évaluation des ligaments, et révèlent en plus, des anomalies intra-articulaires associées. Toutefois, elles sont relativement coûteuses, et les images peuvent être chargées par des artefacts lorsque des implants métalliques sont présents.

La place de l'échographie à haute résolution dans le diagnostic des lésions ligamentaires, devient de plus en plus importante. Peu coûteuse, rapide, et disponible, elle peut fournir une description détaillée des structures anatomiques normales.

D'après notre étude, le traitement de l'entorse aigue est une immobilisation plâtrée, suivie de rééducation fonctionnelle, alors que le traitement chirurgical peu pratiqué, est réservé aux formes compliquées.

En effet, il n'existe pas actuellement de place évidente pour la réparation chirurgicale lors d'une entorse récente de la cheville. Elle serait plutôt réservée aux cas d'échecs du traitement fonctionnel avec notamment une laxité résiduelle.

Les tendances actuelles concernant le traitement chirurgical, préconisent la reconstruction la plus anatomique possible des deux faisceaux, antérieur et moyen du ligament collatéral latéral, et plusieurs techniques de réparations ligamentaires sous arthroscopie ont été développées.

Les résultats de notre étude confortent les résultats ultérieurs, et peuvent être une contribution dans le diagnostic des lésions, l'interprétation de l'imagerie, la reconstruction chirurgicale et la compréhension des mécanismes de la blessure.

Les caractéristiques anatomiques des ligaments peuvent aider également dans l'industrie des orthèses, et dans la fabrication des chaussures de sport, en permettant ainsi d'établir des protocoles plus efficaces de prévention des lésions.

Enfin, à travers ce travail, nous pouvons dire qu'une approche multidisciplinaire permet une meilleure prise en charge de cette pathologie qui représente un véritable problème socio-économique, par sa fréquence, par ses complications, ses récurrences, et par le taux d'absentéisme qu'elle engendre, d'autant plus qu'elle touche des personnes jeunes en pleine activité.

BIBLIOGRAPHIE

1. **Thomas RH**, Daniels TR. Ankle arthritis. *J Bone Joint Surg.Am* 2003; 85-A-5:923-36
2. **Tourné Y**. Besse J.L, Mabit C, et al. L'instabilité chronique de cheville. Quel bilan lésionnel ? Quelles solutions thérapeutiques ? *Rev Chir Orthop Traumatol*, 96 (2010), pp. 503–518.
3. **Bonnel. F**, Mabit. C, Chemouny.S. Anatomie et Biomécanique de l'articulation talo-crurale. *Podologie* [27-010-A-24] Doi : 10.1016/S0292-062X(09)48543-X article revue et corrigé par l'auteur 2015.
4. **Christian P**, Sarrat P, Cohen M. Entorses de la cheville de l'enfant et de l'adolescent Childhood's ankle sprain. *EMC-Podologie Kinésithérapie 1* (2004) 1–9.
5. **Frank C.B**. Ligament structure, physiology and function. *J Musculoskel Neuron Interact* 2004; 4(2):199-201.
6. **Terrier R**; and al. Description of management of lateral ankle sprain in a young athletic population. *Kinesither Rev* 2013; 13(135):11–15.
7. **Apoorva D**, Lalitha C, Girish V. Patil. "Morphometric Study of Calcanéo-fibular Ligament of Ankle". *Journal of Evidence based Medicine and Healthcare*; Volume 1, Issue 10, November 10, 2014; Page: 1268-1274.
8. **Lopez A. A**, Goldcher A. Historique de la compréhension de la biomécanique du pied nu. *EMC-Podologie* 2010:1-15 [Article 27-010-A-10].
9. **Borelli A**. *De Motu Animanium (Tabula quarta, 1679)*. Urbino: Argalia; 1970.
10. **Judet.T**. Anatomie et physiologie ostéo-articulaire de l'arrière pied, leurs conséquences dans l'étude et le traitement des vices architecturaux du pied. Thèse, Paris, 1975.
11. **Armand S**. Analyse Quantifiée de la Marche: extraction de connaissances à partir de données pour l'aide à l'interprétation clinique de la Marche digitigrade. Thèse soutenue le 29 Juin 2005. Sciences du Vivant [q-bio]. Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis, 2005. Français. <tel-00010618>.
12. **De Doncker. E**, Kowalski C. Le pied normal et pathologique. *Acta Orthop Belg*.1970.
13. **Garrick. JG**. The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle 1977 Nov-Am J Sport. Med. Dec; 5(6):241-2 sprains. PMID: 563179 Pub Med.
14. **Kannus P**, Renström P. Treatment for acute tears of lateral ligaments of the ankle. Operation cast or early controlled mobilization. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73A: 305–12.
15. **Cascua Stéphane**. Faites bouger le traitement de l'entorse de cheville - février 2002.
16. **Bouysset M**, Bradot AM.ninnoB ,. Pathologies ostéo-articulaire du pied et de la cheville (2004) springer-verglas France ISBN-287-20994-8.
17. **Leuret A**, Sommereisen J.P, Philippe J.M, Actualisation entorse de cheville au service d'urgence(2004).

18. **Di Matteo.B**, Tarabella.V, Filardo.G. A historical perspective on ankle ligaments reconstructive. *Surgery Knee, Surgery sport, Traumatology, Arthroscopy*. April 2016, Volume 24, Issue 4, pp 971–977.
19. **Broström L**. Sprained ankles VI. Surgical treatment of “chronic” ligament ruptures. (1966) *Acta Chir Scand* 132:551–565.
20. **Barbet**. Rappel d’Embryologie du pied. Laboratoire de pathologie pédiatrique, 75014 Paris.
21. **Bernhardt**. Donna B. Prénatal and Postnatal Growth and Développement of the Foot and Ankle. Volume 68/Number 12, Décembre 1988.
22. **Larsen**. Embryologie humaine. 2^e Edition. Bruxelles De Boeck 2003.
23. **Sadler.TW**. Langman’s Médicale Embryology -12^e Edition ISBN 978-1-4511-1342-6 Q M 601.L35. 2012.
24. **Lazennec J-Y**, Riad Trabelsi. Développement normal du pied chez l’embryon humain. *EMC-Podologie* 1999:1-5 [Article 27-000-A-05].
25. **Sarrafián SK**. Anatomy of the foot and ankle. Descriptive, Topographic, Functional, Vol 2. Philadelphia: Lippincott; 1993, p. 20–40.
26. **Badina A**, Padovani J.-P, Glorion C. Pied malformatif 2010. Elsevier Masson SAS. Doi : 10.1016/B978-2-84299-912-4.00026-2.
27. **Launay F**. Malformations et Malpositions congénitales du pied de l’enfant. *EMC Podologie* 2014 ; 10(3) :1-10. (Article 27-050-A-30).
28. **Cazeau C**. Anatomie comparée de l’articulation de la cheville chez quelques classes de mammifères numéro 133 avril 2004.
29. **Barone R**. « Anatomie comparée des mammifères domestiques » Tome I Ostéologie. Vigot Édition : 5e édition revue et corrigée (26 octobre 2010).
30. **Barone R**. « Anatomie comparée des mammifères domestiques » Tome 2 Arthrologie et Myologie. Vigot Edition (4^e Edition Novembre 2000).
31. **Paturet. G**. Traité d’Anatomie Humaine. Tome II. Membres supérieur et inférieur. Masson et Cie. Editeurs.1951.
32. **Chevallier JM**. Anatomie Appareil Locomoteur .2^e Edition Flammarion 1998.
33. **Poirier P**, Charpy. A. Traité d’Anatomie Humaine. Tome I. 2^e Edition. Paris Masson et Cie. Editeurs 1899.
34. **Rouviere H**. Delmas.A. Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle. Tome III. 15^e Edition Masson; 2002.
35. **Mc Dermott JE**, Scranton PE Jr, Rogers JV. Variations in fibular position, talar length, and anterior talo-fibular ligament length. *Foot Ankle int*. 2004 Sep;25(9):625-629.
36. **Bouchet A** ; Cuilleret J. Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle. Editions Simep. 1985.
37. **Castaing J**, Burdin PH. Anatomie Fonctionnelle de l’appareil locomoteur. La cheville (6) Editions Vigot 1979 Dépôt légal: Mai 1984- I.S.B.N. 2-7114-0775-6.
38. **Berlet GC, Lee Th, Massa EG**. Talar neck fractures. *Orthopedic Clinics of North America* 2001; 32: 53-64.
39. **Jardé O**, Vernois J, Patout A. Les fractures du talus. *Maîtrise Orthopédique* n°197. Octobre 2010.

40. **Laude F**, Benazet JP. Anatomie et biomécanique des entorses de chevilles Rea.urg.1995 (4 ter) 507-51.Ve Conférence de Consensus en Médecine d'Urgence
41. **Ravindra S**. Goonetilleke. The Science of Foot wear. CRC Press, 6 Nov. 2012.
42. **Kamina P**. Anatomie Clinique. 4^e édition, Tome 1. Anatomie Générale des membres. Edition Maloine 2009.
43. **Le Cœur. P**. La pince bimalléolaire. Physiologie normale et pathologie du péroné. [thèse]. Paris, 1938.
44. **Hermans JJ**, Beumer A, de Jong TA, Kleinrensink G J. Anatomy of the distal tibio-fibular syndesmosis in adults. A pictorial essay with a multimodality approach. J Anat. Oct. 2010; 217 (6):633-45. doi: 10.1111/j.1469-7580.2010.01302.x.
45. **Testut L**, Latarjet A. Traité d'Anatomie Humaine. 9^e Edition. Tome premier. G Doin et Cie 1902.
46. **Bartonieck J**. Anatomy of the tibio-fibular syndesmosis and its clinical relevance Surg Radiol Anat. 2003 Nov-Dec; 25 (5-6):379-386. Epub 2003 Sep 19.
47. **Dufour M**. Anatomie de l'appareil locomoteur. Tome 1. Membre Inferieur. Edition Elsevier Masson 2007.
48. **Kapandji IA**. Physiologie articulaire. Tome II. Membres inferieurs. 6^e Edition Maloine Edition (Septembre 15,2009). ISBN-10: 2224032145 ISBN-13: 978-2224032142.
49. **Uğurlu Mahmut**, Murat Bozkurt, İsmail Demirkale. Anatomy of the lateral complex of the ankle joint in relation to péronéal tendons, distal fibula and talus: a cadaveric study. Eklem Hastalık. Experimental study. Cerrahisi.2010; 21(3):153-158.
50. **Golano Pau**, Jordi V, de Leeuw AJ Niek C.Dijk, Van. Anatomy of ankle ligament: A pictorial essay. Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc. Mai 2010; (5): 557-569.
51. **Lopez R**, Noailles T, Bouguennec N, Loic G, Decante D. Validation anatomique d'un repérage cutané de l'insertion distale du LCF. Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique. Volume 101, N°85. Page 33 (Décembre 2015).
52. **Selda Yildiz**, Bulent Yalcin. The anterior talo-fibular and calcanéofibular ligaments: an anatomic study. Surg Radiol Anat (2013)35:511–516 DOI 10. 1007/s 00276-012-1071.
53. **Thes A**, Ferrand M., Cournapeau J. Arthroscopic location of lateral collateral ankle ligament. An Anatomic study. Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique. Volume 100 Issue 8. December 2014 page 24.
54. **Kitsoulis P**, Marini A, Pseftinakou A. Morphological study of the calcanéofibular ligament in cadavers. 2011 Aug;70(3):180-4.
55. **Burks RT**, Morgan J. Anatomy of the latéral ankle ligament.AMJ Sport Med 1994; 22:72-77.
56. **Milner C. E**, Soames R.W. Anatomical variations of the anterior talo-fibular ligament of the human ankle joint J. Anat. (1997) 191, pp. 457±458.
57. **Benassayag M**; Siegler J, Marcheix P.S et Al. Anatomie du plan ligamentaire médiale de la cheville. 92^e congrès de l'association des morphologistes. Montpellier 11-13 mars 2010.

58. **Sally Mahmood** Mohamed Hussin Omar et Al. Anatomical and magnetic résonance Imaging study of the médial collatéral ligament of the ankle joint. Alexandria Journal of Médecine.doi.org /10.1016/j.ajme. 2015.04.003.
59. **Wavreille G**, Fontaine C. Tendon normal ; anatomie, physiologie. 2008. Elsevier Masson SAS.
60. **Sobotta**. Atlas d'anatomie humaine. Tome 2 Tronc, visceres et membre inférieur.4^e édition française.
61. **Claude Kénési**. Notions de biomécanique articulaire. EMC-Appareil locomoteur 1995:1-0 [Article 14-016-A-10].
62. **Aubry P**, Fieve G. Vascularisation osseuse et cutanée du quart inférieur de jambe 146 Rev. Chir. Orthop 1984,70, 589-597U.M.R. C.N.R.S. 8530.
63. **Laude M** .Anatomie de l'astragale et de son environnement ostéo-articulaire. 2004 Maitrise Orthopédique 2014. N° 79 Décembre 1998.
64. **Rouviere H**. Anatomie des lymphatiques de l'homme. Masson et Cie. Editeur Librairie de l'académie de médecine Paris VI 1932.
65. **Wilkerson RD**, Masson MA, Différences in men's and women's mean ankle ligamentous laxity. Iowa Orthop J 2000;20:46-8.
66. **Michelson J. D**, Hutchins Christopher. Mechanoreceptors in human ankle ligaments J Bone Joint Surg BR 1995, 77-B: 219-24.
67. **Wu X, SongW, ZhenqC,Zhou S,BaiS** . Morphological study of mécanoréceptors in collatéral ligaments of the ankle joint. Orthop Surg Res. 2015 Jun 12;10:92. doi: 10.1186/s13018-015-0215-7.
68. **Borne J**, Fantino O, Besse JL, et Al. Aspect IRM des variantes anatomiques des muscles, tendons et ligaments de la cheville. J Radiol. pp, 27-38. Edition Française de Radiologie Paris 2002. Elsevier Masson SAS. Doi : JR-01-2002-83-1-0221-0363-101019-ART 6.
69. **Bauer T**, Hardy P. Entorses de la cheville. EMC-Appareil locomoteur 2011:1-10 Article 14-089-A-10.
70. **Khawaji Bader**, Soames Roger. The anterior talo-fibular ligament: A detailed morphological study. The Foot .Volume 25, Issue 3.Septembre 2015. Pages 141-147.
71. **Tourné Y Mabit C**. La cheville instable, de l'entorse récente à l'instabilité chronique. Elsevier Masson, 2015.
72. **Rouvière H**, Canela Lazaro M. Le ligament Péronéo-Astragalo-Calcanéen. Annales d'Anatomie Pathologique. 1932;7:745-50.
73. **Milner CE**, Soames RW. Anatomy of the collatéral ligaments of the human ankle joint. Foot Ankle Int. 1998;19 :757-760. [Pub Med].
74. **Bassett FH 3rd**, Gates HS 3rd, Billys JB, et al. Talar impingement by the antéro-inférieur-tibio-fibular ligament. A cause of chronic pain in the ankle after inversion sprain. J Bone Joint Surg Am 72, 55-59. (1990).
75. **Bourdon B**, Petidant B. Le muscle péronéus tertius (troisième fibulaire) 2012 Elsevier Masson SAS. doi.org/10.1016/j. kiné. 2012.02.005 -12(130):32-37.
76. **Hammoudi. S**. Cours d'anatomie. Tome II. Appareil locomoteur 2 membre inférieur .Edition 2008.

77. **Close J.R.** Some applications of the functional anatomy of the ankle joint J. Bone Joint Surg. Am. 1956; 38: 761-771.
78. **Mc Cullough CJ.** Burge P.D. Rotatory instability of the load bearing ankle, an experimental study J. Bone Joint Surg. Br. 1980; 62: 460-464.
79. **Lundberg A,** Svensson O.K., Nemeth G., Selvik G. The axis of rotation of the ankle joint J. Bone Joint Surg. Br. 1989; 71: 94-99.
80. **Gasq D,** Molinier F, La fosse J M. Physiologie, Méthodes d'exploration et trouble de la marche.
81. **Maestro M,** Ferre Bruno. Functional Anatomy of adult foot and ankle. Elsevier Masson. Doi : 10.1016/j.mon.rhu.2014.03.002014. Volume 81, Issue 2, Pages 61-70.
82. **Lecoq C,** Curvale G. Les Entorses de chevilles -Maîtrise Orthopédique n°113. Avril 2002-13385 Marseille Cedex 05.
83. **Tanguy A,** Descamps S. Biomécanique et anatomie fonctionnelle de l'arrière-pied et du médio-pied. Les grandes déformations du pied de l'enfant et de l'adulte 2010, Pages 15-21.
84. **Christine Hanon.** Activité musculaire des membres inférieurs en course à pied sur plat .Laboratoire de biomécanique et de physiologie DSS INSEP 2005/2 n°68 P136 ISBN9782804149222.DOI/10.391/ STA068.0111. Editeur :De Boeck Suérieur
85. **Litré Emile.** Dictionnaire de la langue française.2^e Edition 1886.
86. **Quevauvilliers J,** Somogyi A Fingerhut A. Dictionnaire médical. Editeur Elsevier Masson 5^e édition (21 mars 2007).
87. **Hertel J.** Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of latéral ankle instability.J Athlet Train 2002; 37:364-75.
88. **Toure G.** Les entorses de la cheville dans le service de chirurgie orthopédique et de traumatologie du CHU de Bamako à propos de 68 cas. Thèse de médecine 2008 Cheick sidi bakaye Maïga.
89. **Bellaud E** .Une façon (re)pensée d'agir. Les entorses de cheville peuvent-elles être prévenues. Kinesither Rev 2006;(59):33-4.
90. **Adamson C,** Cymet T. Ankle sprains: Evaluation, Treatment, and Rehabilitation. Maryland Med J 1997; 46: 530-537.
91. **Craviari P,** Barreau G. Etude biomécanique de la cheville en vue de la conception d'une prothèse. Travaux Universitaires Thèse 1999.
92. **Le Brun CT,** Krause J.O. Variations in mortise anatomy. Am J Sports Med. Juin 2005, 33 (6):852-5. Epub 2005. Avril 12.
93. **Wright IC,** Neptune RR, Van Den Bogert AJ, Nigg BM. The influence of foot positioning on ankle sprains. J Biomech 2000;33:513-9.
94. **Beynonn BD,** Murphy DF, Alosa DM. Predictive factors for lateral ankle sprains: A literature review. J Athl Train 2002; 37:376-80.
95. **Witvrouw E,** Vanden Borre K, Tine Marieke W, Huysmans J. The signifiacnce of péronéus tertius muscle in ankles injuries. A prospective study. Foot Ankle Int. 2015 Jan;36(1):64-9. 10.1177/1071100714551019. Epub 2014 Sep 11.
96. **Bellaud E,** Bertucci W. Le point sur la chaussure de sport : conseils, choix, données scientifiques. Revue de l'Éducation Physique. 2005;45:107-16.

- 97. Barrois B**, Ribinik P, Davenne B. Entorses de cheville. EMC-Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation 2002;8 (2):1-8 [Article 26-250-D-10].
- 98. Bonnel F**, Toullec E, Mabit C, et al. L'instabilité chronique de cheville : biomécanique et pathomécanique des lésions ligamentaires et associées. Rev Chir Orthop Traumatol, 96 (2010), pp. 493–502.
- 99. Rodineau J**, Rolland E, Kouvalchouk J.-F, Besch S. Les séquelles des entorses externes de la cheville. Maitrise orthopédique. Paru dans le numéro N°138 - Novembre 2004.
- 100. Scott A.** Lynch. Assessment of the injured ankle in the athlète. J Athl Train. 2002 Oct-Dec; 37 (4) :406 -412.
- 101. Hintermann B.** Médial Ankle Instability. Foot Ankle clin. 2003 Déc. 8 (4): 723-38.
- 102. Lötscher P**, Lang TH, Zwicky L, Hintermann B. Ostéoligamentous injuries of the médial ankle joint. Eur J Trauma Emerg Surg. 2015; 41 (6): 615-621. doi: 10.1007/s00068-015-0548-2.
- 103. Diebold Patrice F.** Entorse de cheville. EMC-Podologie 1999:1-10 [Article 27-100-A-55].
- 104. Dubin JC**, Comeau D, Mc Clelland RI, Dubin RA, Ferrel E. Latéral and syndesmotic ankle sprain injuries: a narrative littérature review. J Chiropr Med. 2011 Sep; 10(3): 204–219 doi: 10.1016/j.jcm.2011.02.001.
- 105. Galois L**, Grignon B, Guignand D, Mayer J, Barbier O, Mainard D. Les lésions de la syndesmose tibio-fibulaire. N° 225. 2014 Maitrise orthopédique.
- 106. De Lécluse J.** Évaluation et classification des lésions ligamentaires des entorses latérales de la cheville. Journal de Traumatologie du Sport Vol 20, N° 2 - juin 2003 pp. 95-104 Doi : JTS-06-2003-20-2-0762-915X-101019-ART 05 Masson, Paris.
- 107. Wybier M**, Mathieu P, Morvan G, Vuillemin-Bodaghi V, Guerini H. Le point sur...Radiologie osseuse : cheville et pied de l'adulte. Journal de radiologie Vol 89, N° 5-C2-mai 2008 pp. 711-736 Doi : J R-05-2008-89-5-C2-0221-0363-101019-200801959. 2008 Elsevier Masson.
- 108. Stiell IG**, McKnight RD, Greenberg GH, McDowell I, Nair RC, Wells GA, et al. Implementation of the Ottawa Ankle Rules. *JAMA* 1994 ; 271 : 827-832.
- 109. Brasseur JL**, Morvan G, Godoc B. Echographie dynamique. J.Radiol 2005.88.1904-10. Edition Française de Radiologie Paris 2000.
- 110. Morvan, G**, Mathieu PH, Busson J, Wybier M. Echographie des tendons et des ligaments du pied et de la cheville.J. Radiol 2000 81 ; 361-380.Edition Française de Radiologie .Paris 2000.
- 111. Pijnenburg A.C.M**, van Dijk C.N, Bossuyt P.M.M, and AL. Treatment for latéral ankle ligament ruptures: A Meta-analysis. J Bone Joint Surg Am, 82A (2000), pp. 761–773.
- 112. Coudreuse JM**, Parier J. the ankle sprain Science & Sports. Volume 26, numéro 2 pages 103-110 (avril 2011) Doi : 10.1016.
- 113. Coudreuse JM**, Parier J. Entorse de la Cheville: Place des Traitements Physiques et de la Rééducation. La cheville traumatique : des certitudes en traumatologie du sport. 2008, Pages 79–89.

- 114. Kerkhoffs GM**, Rowe BH, Assendelft, WJ, Kelly K, Struijs PA, van Dijk CN. Immobilisation and functional treatment for acute lateral ankle ligament injuries in adults. *Cochrane Database Syst Rev*, 3 (2002), p. CD003762.
- 115. Pilardeau P** et Coll. Traitement des entorses externes de la cheville chez le sportif J. *Traumatol Sport* 1996 ; 13 :109-114.
- 116. Conférence** de consensus en médecine d'urgence. L'entorse de cheville au service d'accueil et d'urgence. 28 avril 1995 *Rean Soins Intens Med Urg* 1996 ; 12 : 154-156.
- 117. Classification** internationale du fonctionnement, de l'handicap et de la santé. OMS (2001).
- 118. Bremard A.** Place de la kinésithérapie et de la rééducation dans l'entorse de cheville. *Rean. Urg.*, 1995, 4 (4 ter), 548-552.
- 119. ANAES** / Service Recommandations et Références Professionnelles / Rééducation de l'entorse externe de la cheville. Janvier 2004.
- 120. Jones M.H.**, Amendola A.S. Acute treatment of inversion ankle sprains: immobilization versus functional treatment. *Clin Orthop Relat Res*, 455 (2007), pp. 169–172.
- 121. Besse J.L.**, Lerat J.-L., Moyen B, Rubini J. Traitement Chirurgical des Entorses graves de la cheville. *Revue Générale. Rean. Urg.*, 1995, 4 (4 ter), 520-530.
- 122. Karlsson BI**, Eriksson L, Swärd. Early functional treatment for acute ligament injuries of the ankle joint *Scand J Med Sci Sports*, 6 (1996), pp. 341–345.
- 123. Duquennoy A**, Letendard J, Looock P. Remise en tension ligamentaire externe dans les instabilités chroniques de la cheville. À propos de vingt-deux cas. *Rev Chir Orthop* 1980 ; 66 : 311-316.
- 124. Watson-Jones R.** Fractures and other bone and joints injury. E & S Livingstone Ltd, Edinburgh (1940).
- 125. Castaing J**, Le Chevallier P, Meunier M. Entorse à répétition ou subluxation récidivante de la tibio-tarsienne. Une technique simple de ligamentoplastie externe. *Rev Chir Orthop* 27:598–608(1961).
- 126. Rodineau J.** Les entorses du cou-de-pied en pratique sportive doi: 10.1016/ j.rhum.2007.04.002. 2007 Elsevier Masson SAS.
- 127. Bauer Thomas.** Les entorses de la cheville et leurs séquelles. *Revue du Rhumatisme Monographies*. Volume 81, Issue 3 June 2014, Pages 162–167.
- 128. Besch S.** L'entorse aiguë et séquellaire de la cheville. Note de congrès : 9^e Congrès de Traumatologie du Sport-21 Mars 2015, Bruxelles.
- 129. Krips R**, de Vries J.S, van Dijk C.N. Ankle instability *Foot Ankle Clin N Am*, 11 (2006), pp. 311–329.
- 130. Benchortane** et al. Instabilité chronique de cheville et lésion du nerf fibulaire commun. *Revue du rhumatisme* 78 (2011) 90–92-2010. Société Française de Rhumatologie. Publié par Elsevier Masson SAS.
- 131. Konradsen L**, Ravn JB. Ankle instability caused by prolonged péronéal reaction time. *Acta Orthop Scand* 1990 ; 61 : 388-390.
- 132. Hoffman M**, Payne V.G. The affects of proprioceptive ankle disk training in healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21 (1995), pp. 90–93.

133. **Guillo S**, Bauer T, Lee J.W et al. Consensus in chronic ankle instability: etiology, assessment, surgical indications and place for arthroscop Orthop Traumatol Surg Res, 99 (2013), pp. S411–S419.
134. **Sint Jan.S.Van** , S. Sobczak, V. Feipel, S. Louryan, M. Rooze. Travaux Pratiques D'Anatomie Humaine – MEDE2
135. **Taser F**, Shafiq Q, Ebraheim NA. Anatomy of lateral ankle ligaments and their relationship to bony landmarks. Surg Radiol Anat. 2006 Aug; 28(4):391-7. Epub 2006 Apr 27.
136. **Omer A**. Raheem; Moira O'Brien. Anatomical review of the lateral collateral ligaments of the ankle: a cadaveric study. Anat Sci Int (2011) 86:189–193 DOI 10.1007/s12565-011-0109-7.
137. **Thomas O**. Clanton, MD, Kevin J. Qualitative and Quantitative Anatomic Investigation of the Latéral Ankle Ligament for Surgical Reconstruction Procedures. The Journal of Bone and Joint Surgery.JBJS.org volume 96-A. Numbre 12. June 18 2014.
138. **Ferkel RD**, Karzel RP, Del Pizzo W et al. Arthroscopic treatment of antérol-atéral impingement of the ankle. Am J Sports Med 19(5):440–446(1991).
139. **Muhle C**, Frank LR, Rand T, Yeh L, Wong EC, Skaf A, Dantas RW, Haghghi P, Trudell D, Resnick D (1999). Collateral ligaments of the ankle: high-Resolution MR imaging with a local gradient coil and anatomic correlation in cadavers. Radio Graphics, 19: 673–683.
140. **Oh CS**, Won HS, Chung IH, et al. Anatomic variations and MRI of intermalléolar ligament. AJR. 2006; 186:943–947. doi: 10.2214/AJR.04.1784.
141. **Bichat Xavier**. Traité d'Anatomie Descriptive. Tome Premier Paris 1801.
142. **Kelikian H**, Kelikian S. Disorders of the Ankle, pp. 4–8.Philadelphia: W.B. Saunders Company. (1985).
143. **Nikolopoulos CE**, Tsirikos AI, Sourmelis S, Papachristou G (2004).The accessory antéro-inferior tibio-fibular ligament as a cause of talar impingement: A cadaveric study. Am J Sports Med 32(2):389–395.
- 144.**Nikolopoulos CE**. Antéro-latéral instability of the ankle joint: An Anatomical, expérimental and clinical study. Thesis, University of Athenes, Athenes (1982).
- 145.**Akseki D**, Pinar H, Bozkurt M et al. The distal fascicle of the anterior inferior tibio-fibular ligament as a cause of antéro-latérale ankle impingement: Results of arthroscopic resection. Acta Ortho Scanda 70(5):478–482(1999).
- 146.**Gerber J.P**, Williams G.N, Scoville C.R, Arcieno R.A, Taylor D.L. Persistent disability associated with ankle sprains. A prospective examination of an athletic population. Foot and Ankle international. 19(10):653-60, 1998 Oct.
147. **Mansat Ch**, Chastaing.Y, Escoubeyron.P, Izard.JP: Instabilité chronique externe de la cheville. Résultats et indication de la technique de Castaing. Actualité sport et méd, N°3, Janvier 1991 pp : 24-32.
148. **Boulacel A**. Étude morphologique et exploration de l'articulation talo-crurale chez l'homme. Université de Constantine 2007-2008.Thèse soutenue le 13/10/2008.
149. **St Pierre RK**, Rosen J, Whitesides TE, Szczukowski M, Fleming LL Hutton WC. The tensil strength of the anterior talo-fibular ligament. Foot Ankle 1983; 4: 83-85.

- 150. Daniel Tik-Pui Fong , Feng Wei.** The Use of Model Matching Video Analysis and Computational Simulation to Study the Ankle Sprain Injury Mechanism. First Published October 1, 2012.
- 151. Rammelt S,** Zwipp H, Grass R. Injuries to the distal tibio-fibular syndesmosis: An evidence-based approach to acute and chronic lesions. *Foot Ankle Clin.* 2008 Dec;13(4):611–633, vii–viii.
- 152. Brasseur JL,** Luzazati A, Lazennec JY ,Guerin-Surville H, Roger B ,Grenier P. Ultrasono-anatomy of ankle ligament Surg Radiol Anat (1994) 16 :87-91.
- 153. Friedrich JM,**Schnarkowski P,Rübenacker S,Wallner B. Ultrasonography of capsular morphology in normal and traumatic ankle joints. *J Cl Ultrasound* 1993;21 (3):179–187.
- 154. Milz P,** Milz S, Putz R, Reiser M. 13 MHz high-frequency sonography of the lateral ankle joint ligaments and the tibio-fibular syndesmosis in anatomic specimens. *J Ultrasound Med* 1996;15(4):277–284.
- 155. Desmond WeTan,** Daniel Jing WeTeh and Yu Han Chee.Accuracy of magnetic resonance imaging in diagnosing lateral ankle ligament injuries: A comparative study with surgical findings and timings of scans.*Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol.* 2017 Jan; 7: 15–20.Published online 2016 Nov 20. doi: 10.1016/j.asmart.2016.09.003
- 156. Blanchet A.** La réfection capsulo-ligamentaire dans les instabilités chroniques de la tibio-tarsienne. *Rev Chir Orthop* 1975 ; 61 (suppl. 2) : 175-176.
- 157. Belbachir B.** Contribution à l'étude des instabilités antéro-latérale de la cheville. Etude prospective et propositions thérapeutiques. Thèse soutenue le 21/10/2010. Faculté de Médecine d'Alger.
- 158. Mabit C,** Pecout C, Arnaud JP. La ligamentoplastie au troisième fibulaire (péronéus tertius) dans les laxités latérales de la cheville. *Rev Chir Orthop* 1996;82:70-5.
- 159. Desnoyers.V,** Fiorenza.F, Aribit.F Mabit.C. Péronéus tertius ligamentoplasty for chronic ankle instability. *Science & Sports.* Volume 17, n° 2 pages 98-100 (mars 2002) Doi:10.1016/S0765-1597(02)00125-9.2002. Éditions scientifiques et médicales. Elsevier SAS.
- 160. Joshi SD.** Morphology of péronéus tertius muscle. *Clin Anat* 2006;19 (7):611-4.

ANNEXES

LISTE DES ABREVIATIONS

P	Proximal
D	Distal
D'	Dorsal
V	Ventral
LCL	Ligament collatéral latéral
LCM	Ligament collatéral médial
LTFA	Ligament talo-fibulaire antérieur
LCF	Ligament calcanéofibulaire
LTFP	Ligament talo-fibulaire postérieur
LTfAD	Ligament tibio-fibulaire antérieur distal
LTfPD	Ligament tibio-fibulaire postérieur distal

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE-I

- 1- Figure 1. Embryon stade 15 12
- 2- Figure 2. (A) Embryon au stade 17, (B) Embryon au stade 18..... 13
- 3- Figure 3. Squelette au stade cartilagineux 13
- 4- Figure 4. Evolution des rapports entre les os de la cheville..... 15

CHAPITRE-II

- 5- Figure 5. Membre Chiridien chez les tétrapodes..... 17
- 6- Figure 6. Le tarse chez l'homme..... 18
- 7- Figure 7. Autopode du chimpanzé..... 18
- 8- Figure 8. Autopode des onguligrades.....19
- 9- Figure 9. Autopode des digitigrades 19

CHAPITRE-III

- 10- Figure 10. Les articulations de La cheville..... 21
- 11- Figure 6. Vue caudale de la mortaise tibio-fibulaire..... 22
- 12- Figure 12.Vue ventro-caudale (A) et dorso-caudale (B) du pilon tibial..... 23
- 13- Figure 13.Vue médiale de la malléole fibulaire..... 24
- 14- Figure 14. Vue crâniale des surfaces articulaires du talus..... 25
- 15- Figure 15. Valeurs angulaires des surfaces tibio-talaire 25
- 16- Figure 16.Coupe frontale de l'articulation tibio-fibulaire distale..... 27
- 17- Figure 17.Surfaces articulaires de l'articulation tibio-fibulaire distale..... 27
- 18- Figure 18. Vue dorsale des ligaments de l'articulation de la cheville..... 28
- 19- Figure 19.Vue latérale montrant les faisceaux du LCL..... 29
- 20- Figure 20.Illustration montrant les insertions des faisceaux du LCL..... 30
- 21- Figure 21. Vue médiale de la cheville montrant le plan profond du LCM..... 32
- 22- Figure 22. Vue médiale de la cheville montrant le plan superficiel du LCM..... 33
- 23- Figure 23.Vue médiale du cou-de-pied montrant les tendons musculaires et les
rétinaculums de la cheville..... 35
- 24- Figure 24.Région antéro-latérale du cou-de-pied montrant les tendons
périarticulaires et les gaines fibreuses.....36
- 25- Figure 25.Coupe frontale du cou-de-pied39

26-	Figure 26. Coupe transversale du cou-de-pied passant par les deux malléoles	39
27-	Figure 27. Les artères de l'articulation talo-crurale	41

CHAPITRE-IV

28-	Figure 28. Structure du ligament ou du tendon.....	42
29-	Figure 29. Mécanorécepteurs type II	43
30-	Figure 30. Mécanorécepteurs type III.....	43
31-	Figure 31. Répartition des mécanorécepteurs dans les ligaments de la cheville.	44
32-	Figure 32. Répartition anatomique des mécanorécepteurs type II dans les ligaments latéraux de la cheville.....	44
33-	Figure 33. Répartition anatomique des mécanorécepteurs type III dans les ligaments latéraux de la cheville.....	44

CHAPITRE-V

34-	Figure 34. Variations anatomiques du LTFA.....	46
35-	Figure 35. Variations anatomiques du LCF.....	47
36-	Figure 36. Vue latérale de la cheville montrant le ligament fibulo-calcanéen postérieur	47
37-	Figure 37. Variations anatomiques du LCM selon Sarrafian et Milner and Soames.....	48
38-	Figure 38. Variations anatomiques du LCM selon Paturet.....	48
39-	Figure 39. Faisceau accessoire du ligament tibio-fibulaire antéro-distal.....	49
40-	Figure 40. Ligament intermalléolaire postérieur	49

CHAPITRE-VI

41-	Figure 41. Axe de mouvements de l'articulation talo-crurale	52
42-	Figure 42. Axes de mouvements selon Kapandji.....	53
43-	Figure 43. Mouvements principaux de la cheville et la position de référence.....	53
44-	Figure 44. Mouvements associés d'adduction/abduction.....	53
45-	Figure 45. Mouvements associés de pronation/supination.....	54
46-	Figure 46. Mouvements de l'articulation tibio-fibulaire distale.....	54
47-	Figure 47. Courbures de la trochlée talaire.....	56
48-	Figure 48. Les cycles de la marche.....	59

49- Figure 49. Cycles de la marche de la cheville.....	60
50- Figure 50 .Cycles de la foulée	62

CHAPITRE-VII

51- Figure 51. Mécanisme de l'inversion du pied	65
52- Figure 52. Inversion du pied expérimenté sur une pièce cadavérique	65
53- Figure 53. Mécanisme lésionnel de l'entorse médiale.....	67
54- Figure 54. Mécanisme lésionnel de l'entorse de la syndesmose.....	67
55- Figure 55 Critères d'Ottawa	70
56- Figure 56. Cliché dynamique en varus forcé.....	71
57- Figure 57. Cliché dynamique (tiroir antérieur).....	71
58- Figures 58. Exploration radiologique du ligament talo-fibulaire antérieur (LTFA) en coupe longitudinale	73
59- Figures 59 .Exploration radiologique du ligament calcanéofibulaire (LCF)	74
60- Figures 60. Exploration radiologique du ligament collatéral médial ((LCM).....	75
61- Figures 61. Exploration radiologique du ligament tibio-fibulaire antérieur distal... ..	75
62- Figure 62. Reconstruction anatomique au troisième fibulaire	79
63- Figure 63 .Réparation anatomique avec renfort au tendon du court fibulaire.....	79

TRAVAIL PERSONNEL

64- Figure 64. Illustration de la capsule ; vue ventrale.....	97
65- Figure 65. Illustration des ligaments de l'articulation tibio-tarsienne; vue dorsal... ..	99
66- Figure 66. Illustration des faisceaux antérieur et moyen du LCL de la cheville... ..	100
67- Figure 67 .Illustration montrant le LTFA formé d'un seul faisceau.....	101
68- Figure 68. Illustration montrant les deux faisceaux du LTFA et du LCF	102
69- Figure 69. Illustration d'une vue ventrale de la cheville droite en position neutre....	102
70- Figure 70. Vue latérale des ligaments d'une cheville gauche	105
71- Figure 71. Illustration des zones d'insertion du LTFP.....	106
72- Figure 72. Illustration d'une cheville gauche montrant le LCM (Couche superficielle).....	108
73- Figure 73. Illustration d'une cheville gauche montrant la couche profonde du LCM.109	
74- Figure 74. Illustration du talus montrant les insertions ligamentaires.....	115
75- Figure 75. Illustration d'une cheville droite en flexion plantaire vue latérale.....	117
76- Figure 76. Illustration d'une cheville droite en flexion dorsale vue latérale.....	118

77- Figure 77.Illustration d'une cheville droite en inversion forcée vue latérale.....	118
78- Figure 78.Illustration d'une cheville droite en flexion dorsale vue médiale.....	119
79- Figure 79.Illustration d'une cheville droite en flexion plantaire.vue médiale.....	119
80- Figure 80. Fréquence du troisième fibulaire dans notre série d'étude	132
81- Figure 81. Histogramme montrant le nombre de faisceaux du LTFA.....	133
82- Figure 82. Histogramme montrant le nombre de faisceaux du LCF.....	137
83- Figure 83. Dimensions des faisceaux de la couche superficielle du LCM	140
84- Figure 84. Histogramme comparatif de la longueur du LTFA en position neutre, en flexion plantaire et en inversion forcée	145
85- Figure 85. Histogramme montrant la variation de la longueur du LCF lors de la mise en tension.....	145
86- Figure 86: Histogramme représentant la répartition selon l'âge.....	146
87- Figure 87 : Histogramme représentant la répartition selon le sexe.....	147
88- Figure 88 : Histogramme représentant la répartition selon le côté atteint.....	148
89- Figure 89 : Histogramme représentant la répartition selon l'étiologie.....	149
90- Figure 90 : Histogramme représentant la répartition selon le mécanisme lésionnel.....	150
91- Figure 91 : Coupe axiale d'une IRM d'une cheville gauche.....	153
92- Figure 92 : Coupe axiale (IRM) montrant les ligaments tibio-fibulaires distaux	153
93- Figure 93 : Coupe coronale (IRM) montrant le LTFA formé par un faisceau.....	154
94- Figure 94 : Image du LTFA formé par deux faisceaux à l'IRM.....	154
95- Figure 95: Coupe coronale (IRM) montrant le LTFA et le LCF	155
96- Figure 96: Coupe coronale (IRM) montrant les faisceaux du LCM.....	156
97- Figure 97 : Coupe coronale (IRM) montrant le ligament tibio-talaire antérieur profond.....	156
98- Figure 98 : Coupe coronale (IRM) montrant le ligament intermalléolaire	157
99- Figure 99 : Coupe axiale (IRM) montrant la perte de continuité du LTFA.....	159
100- Figure 100 : Coupe coronale (IRM) montrant une fuite du produit de contraste sous la fibula et opacification de la gaine des fibulaires.....	159
101- Figure 101. Arthroscanner montrant la rupture isolée du LTFA. A- Coupe coronale .B-Coupe axiale.....	160
102- Figure 102 : Arthroscanner montrant les lésions des ligaments collatéraux de la cheville ; A : coupe axiale. B : coupe coronale	161

103-	Figure 103 : Arthroscanner montrant les lésions des faisceaux antérieur et moyen du LCL de la cheville droite. A : coupe coronale ; B : coupe axiale.....	163
104-	Figure 104. Echographie montrant le ligament talo-fibulaire antérieur. A : coupe longitudinal, B : coupe axiale.....	163
105-	Figure 105. Echographie montrant le ligament calcanéofibulaire	164
106-	Figure 106. Echographie montrant le ligament de Basset sur une cheville gauche.	165
107-	Figure 107. Echographie d'une rupture ancienne du LTFA	167
108-	Figure 108. Echographie d'une rupture totale du LTFA droit associée à une lésion du LCF.....	167
109-	Figure 109. Echographie d'une lésion du LCF de la cheville droite	168
110-	Figure 110. Echographie d'une lésion du faisceau tibio-talien	168
111-	Figure 111. Echographie d'une lésion du LCF à son extrémité proximale	169

LISTE DES PHOTOS

1- Photo 1. Matériel de dissection (ULB).....	86
2- Photo 2 : Lignes d'incisions et repères anatomiques de la cheville.....	87
3- Photo 3. Vue ventrale du cou-de-pied droit; plan superficiel.....	88
4- Photo 4. Vue médiale du cou-de-pied droit ; plan superficiel.....	88
5- Photo 5. Vue latérale du cou-de-pied droit; plan superficiel.....	89
6- Photo 6. Vue dorsale du cou-de-pied droit ; plan superficiel.....	89
7- Photo 7. Vue ventrale du cou-de-pied droit; plan des rétinaculums.....	90
8- Photo 8. Vue antéro-latérale du cou-de-pied gauche; plan tendineux.....	91
9- Photo 9. Vue crâniale d'une cheville gauche montrant le tendon du 3 ^e fibulaire	92
10- Photo 10. Vue ventrale du cou-de-pied droit; éléments vasculaires profonds.....	92
11- Photo 11. Vue médiale de l'espace rétro-malléolaire gauche ; plan profond.....	93
12- Photo 12. Vue latérale du cou-de-pied gauche	94
13- Photo 13 Vue dorsale du cou-de-pied droit ; plan tendineux.....	95
14- Photo 14. Vue dorsale du cou-de-pied droit montrant la capsule non sectionnée.....	96
15- Photo 15. Vue ventrale montrant les lignes d'insertions de la capsule	97
16- Photo 16. Vue ventrale de la capsule talo-crurale gauche ;	97
17- Photo 17. Vue dorsale des ligaments de l'articulation tibio-tarsienne gauche	99
18- Photo 18. Vue latérale de la cheville droite montrant la morphologie des faisceaux antérieur et moyen du ligament collatéral latéral	100
19- Photo 19. Vue latérale de la cheville gauche montrant le LTFA formé d'un seul faisceau.....	101
20- Photo 20. Vue latérale de la cheville droite montrant les deux faisceaux des ligaments : talo-fibulaire antérieur et calcanéofibulaire et leur origine commune..	102
21- Photo 21. Vue antéro-latérale montrant la cheville droite en position neutre.....	102
22- Photo 22. Vue dorsale de la cheville droite montrant les rapports du LCF avec la gaine des tendons des fibulaires en place	104
23- Photo 23. Vue dorsale de la cheville droite montrant les rapports du LCF avec la gaine des tendons des fibulaires écartés.....	104
24- Photo 24. Vue latérale des ligaments d'une cheville gauche.....	105
25- Photo 25. Zones d'insertions du ligament talo-fibulaire postérieur droit.....	106

26- Photo 26. Vue médiale d'une cheville gauche montrant le ligament collatéral médial (Couche superficielle).....	108
27- Photo 27. Vue médiale d'une cheville gauche montrant le plan profond du ligament collatéral médial après section du ligament deltoïde	109
28- Photo 28. Vue caudale de l'articulation tibio-fibulaire distale gauche.....	110
29- Photo 29. Vue ventrale de l'articulation tibio-fibulaire distale droite.....	111
30- Photo 30. Vue ventrale de la cheville droite montrant la capsule sectionnée et tapissée en profondeur par la synoviale	112
31- Photo 31. Vue crâniale des surfaces articulaires de la cheville droite.....	113
32- Photo 32. Vue ventrale des surfaces articulaires de la syndesmose tibio-fibulaire distale droite.....	114
33- Photo 33. Vue antérolatérale du talus gauche montrant les insertions ligamentaires.....	115
34- Photo 34. Vue latérale d'une cheville droite en flexion plantaire,	117
35- Photo 35. Vue latérale d'une cheville droite en flexion dorsale.....	118
36- Photo 36. Vue latérale d'une cheville droite en inversion forcée.....	118
37- Photo 37. Vue médiale d'une cheville gauche en flexion dorsale.....	119
38- Photo 38. Vue médiale d'une cheville gauche en flexion plantaire.....	119
39- Photo 39. Vue ventrale d'une cheville gauche montrant les mouvements de la fibula en flexion plantaire	120
40- Photo 40. Vue ventrale d'une cheville gauche montrant les mouvements de la fibula en flexion dorsale.....	120
41- Photo 41. Vue latérale d'une cheville droite montrant la première étape du mécanisme lésionnel en varus équin.....	121
42- Photo 42. Vue latérale d'une cheville droite montrant la rupture du faisceau proximal du LTFA au niveau de son insertion osseuse sur le talus	121
43- Photo 43. Vue latérale d'une cheville gauche montrant la rupture du LCF	122
44- Photo 44. Vue latérale d'une cheville gauche montrant la rupture du LTFP.....	122
45- Photo 45. Vue ventro-latérale d'une cheville droite montrant le déboitement total de la après rupture des trois faisceaux du ligament collatéral latéral	122
46- Photo 46. CT scan d'un segment distal d'un membre pelvien gauche.....	124
47- Photo 47. Coupe axiale au CT scan d'une cheville gauche fraîche	125

48- Photo 48 .Coupe axiale d'une cheville gauche	125
49- Photo 49.Coupe coronale au CT scan d'une cheville gauche fraiche.....	125
50- Photo 50.Coupe axiale de la cheville gauche montrant les tendons.....	126
51- Photo 51.Vue antéro-latérale des tendons de la cheville gauche.....	126
52- Photo 52.Vue médiale des tendons de la cheville gauche.....	126
53- Photo 53 Confrontation anatomo-radiologique (vue dorsale de la cheville).....	127
54- Photo 54. Confrontation anatomo-radiologique (coupe axiale de la cheville).....	127
55- Photo 55. Angulation des surfaces articulaires au CT scan.....	127
56- Photo 56. Mesure numérique de l'écart intermalléolaire au CT scan	127

LISTE DES TABLEAUX

1- Tableau I. Aspects échographiques des ligaments.....	72
2- Tableau II. Répartition des pièces étudiées selon le sexe et le côté	85
3- Tableau III. Fréquence des valeurs de la longueur et la largeur du LTFA.....	134
4- Tableau VI. Valeurs moyennes et écarts types des dimensions du LTFA.....	134
5- Tableau V. Comparaison des dimensions du LTFA entre côtés droits et gauches ..	135
6- Tableau VI. Comparaison de nos données avec ceux des travaux antérieurs (LTFA)	135
7- Tableau VII. Fréquence des valeurs de la longueur et la largeur du LCF.....	137
8- Tableau VIII. Comparaison des dimensions du LCF entre côtés droits et gauches ...	138
9- Tableau IX. Comparaison de nos données avec ceux des travaux antérieurs (LCF).....	138
10- Tableau X. Valeurs moyennes des dimensions du LTFP et valeurs comparatives entre chevilles droites et gauches.....	139
11- Tableau XI : Dimensions des faisceaux de la couche superficielle du LCM.....	140
12- Tableau XII: Dimensions du LFTAD et le LFTPD	141
13- Tableau XIII. Valeurs manuelles de la longueur et la largeur du talus.....	142
14- Tableau XIV. Les moyennes des angles du talus	142
15- Tableau XV : Répartition des patients selon l'âge	146
16- Tableau XVI : Répartition selon le sexe... ..	147
17- Tableau XVII : Répartition selon le côté atteint	147
18- Tableau XVIII : Répartition selon l'étiologie... ..	148
19- Tableau XIX : Répartition selon le mécanisme lésionnel	149
20- Tableau XX : Répartition selon la forme de l'entorse.....	150
21- Tableau XX I: Répartition selon le nombre d'images radiologiques collectées	151
22- Tableau XXII : Dimensions du LTFA et du LTFP à l'IRM	158
23- Tableau XXIII. Comparaison des données morphologiques avec des données antérieures	158
24- Tableau XXIV. Dimensions du LTFA et du LCF à l'échographie.....	165
25- Tableau XXV : Répartition selon le nombre et le type des lésions ligamentaires ...	166
26- Tableau XXVI : Répartition selon les lésions radiologiques à l'imagerie	169

DOCUMENTS ANNEXÉS

A-SYLLABUS DE DISSECTION ANATOMIQUE ULB [134]

REGION DU COU-DE-PIED

Repérage et incisions

1. Repérer.

- a. La malléole tibiale ou médiale (*interne*).
- b. La malléole fibulaire ou latérale (*externe*).
- c. Les tendons des muscles de la loge ventrale de la jambe.
- d. Le bord latéral de la trochlée du talus (*poulie astragalienne*) et l'interligne talo-crurale.
- e. Le sillon (*gouttière*) rétro-malléolaire médiale.
- f. Le sillon (*gouttière*) rétro-malléolaire latérale.
- g. Le sustentaculum tali.
- h. La trochlée fibulaire (*tubercule des péroniers*).
- i. Le tendon calcanéen (*tendon d'Achille*).

2. Limite de la région :

- a. Ligne passant par le sommet des malléoles médiale et latérale.
- b. Bases des métatarsiens.
- c. Bord latéral et médial du tendon calcanéen.

3. Inciser selon :

- a. Une incision horizontale sup. passant par la base des malléoles et s'arrêtant aux bords du tendon calcanéen.
- b. Une incision transversale inf. située 4 cm en dessous de l'interligne talo-crurale et rejoignant les bords médial et latéral de l'arrière pied.
- c. Une incision verticale médiane reliant les deux précédentes.
- d. Deux incisions horizontales partant des extrémités de l'incision inférieure et longeant les bords latéraux de la face plantaire du talon jusqu'à l'extrémité dorsale du calcanéus (*calcanéum*).

4. Rabattement cutané :

- a. A partir de l'incision verticale, récliner les lambeaux cutanés médial et latéral jusqu'au tendon calcanéen.

Plan superficiel

1. Mise en évidence des veines superficielles :
 - La grande veine saphène (*saphène interne*).
 - La petite veine saphène (*saphène externe*).
2. Mise en évidence des nerfs superficiels :
 - Ventralement : les branches cutanées du nerf fibulaire superficiel (*musculo-cutané*).
 - Dans la région malléolaire médiale : les ramifications terminales du nerf saphène (*interne*).
 - Dans la région rétro-malléolaire latérale : le nerf cutané sural médial (*saphène externe*).

Plans profonds

1. En conservant l'intégrité des nerfs superficiels et des deux veines saphènes, nettoyer complètement le fascia du cou-de-pied et observer ses renforcements ligamentaires.
 - a. En avant et en haut : le ligament intermalléolaire, reliant obliquement la base des deux malléoles.
 - b. Sous le précédent : le rétinaculum inférieur des muscles extenseurs (appelé aussi ligament. annulaire antérieur. du tarse, ou ligament. en Y) avec :
 - une lame supérieure formée de fibres superficielles, et des fibres profondes (ces dernières formant le ligament frondiforme)
 - une lame inférieure (transversale).
 - c. Derrière la malléole médiale : le rétinaculum des fléchisseurs (*ligament. annulaire interne*).
 - d. Derrière la malléole latérale : le rétinaculum supérieur des fibulaires (*ligament annulaire externe*).
2. En maintenant en place la lame supérieure du rétinaculum inférieure des muscles extenseurs, exciser le fascia superficiel.
3. Démontrer, sans les sectionner, les tendons de la région dorsale et ouvrir les tunnels que leur ménage le rétinaculum des muscles extenseurs. De dedans en dehors :
 - a. Le tendon du muscle tibial (*jambier*) antérieur.
 - b. Le tendon du muscle long extenseur de l'hallux.
 - c. Les quatre tendons du muscle long extenseur des orteils.
 - d. Le tendon du muscle troisième fibulaire (*péronier antérieur*).
4. Mettre en évidence les éléments vasculo-nerveux profonds en les repérant au dessus du rétinaculum des muscles extenseurs, entre les tendons du muscle tibial antérieur et du muscle long extenseur de l'hallux :
 - L'artère tibiale antérieure (et veines satellites) : qui devient l'artère dorsale du pied (*artère pédieuse*) au bord inférieur du rétinaculum des muscles extenseurs. Elle donne les artères malléolaire antéro-latérale et antéro-médiale (*artères malléolaires externe et interne*).
 - Le nerf fibulaire profond (*tibial antérieur*). Sous le rétinaculum des muscles extenseurs, il abandonne latéralement des rameaux musculaires pour le muscle court extenseur des orteils (*nerf du muscle pédieux*).

Lexique de la région

Nomenclature latine francisée

Calcaneus
Tendon calcanéen
Trochlée fibulaire
Rétinaculum inf. des muscle extenseurs
Artère dorsale du pied
Petite veine saphène
Grande veine saphène
Nerf saphène
Nerf cutané sural latéral
Nerf fibulaire superficiel
Nerf fibulaire profond

Ancienne nomenclature française

Calcanéum
Tendon d'Achille
Tubercule des péroniers
Ligament. annulaire antérieur du tarse
Artère pédieuse
Veine saphène externe
Veine saphène interne
Nerf interne
Nerf saphène péronier
Nerf musculo-cutané
Nerf tibial antérieur

Muscle tibial antérieur	<i>Muscle jambier antérieur</i>
Muscle long extenseur de l'hallux	<i>Muscle extenseur propre du gros orteil</i>
Muscle long extenseur des orteils	<i>Muscle extenseur commun des orteils</i>
Muscle troisième fibulaire	<i>Muscle péronier antérieur</i>
Trochlée fibulaire	<i>Tubercule des péroniers</i>
Nerf fibulaire superficiel	<i>Nerf musculo-cutané</i>

ESPACES RÉTRO-MALLÉOLAIRES MÉDIAL ET LATÉRAL

Espace rétro-malléolaire médial profond

1. Inciser le rétinaculum des muscles fléchisseurs et démontrer les deux lames qui se détachent de sa face profonde pour délimiter trois coulisses tendineuses.
2. Démontrer d'avant en arrière et de dedans en dehors:
 - a. Le tendon du muscle tibial (*jambier*) postérieur.
 - b. Le tendon du muscle long fléchisseur des orteils.
 - c. L'artère tibiale postérieure (et veine satellites), qui se bifurque en artère plantaire médiale et artère plantaire latérale après avoir abandonné :
 - Un rameau malléolaire médial.
 - Un rameau calcanéen.
 - d. Le nerf tibial (*tibial postérieur*), qui se divise en nerf plantaire médial et nerf plantaire latéral après avoir abandonné un rameau calcanéen médial (*rameau calcanéen interne*).
 - e. Le tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux.

Espace rétro-malléolaire latéral profond

1. Inciser le rétinaculum supérieur des muscles fibulaires (*ligament annulaire externe*) et son prolongement profond.
2. Démontrer, dans le sillon rétro-malléolaire et en dessous de la malléole :
 - En avant : Le tendon du muscle court fibulaire (*court péronier latéral*).
 - En arrière : Le tendon du muscle long fibulaire (*long péronier latéral*).
 - Les rameaux malléolaires latéraux de l'artère malléolaire postéro-latérale, branches terminale de l'artère fibulaire (*péronière postérieure*).

Lexique de la région

Nomenclature latine francisée	Ancienne nomenclature française
Espaces rétro-malléolaires :	<i>Régions rétro-malléolaires :</i>
Médial	<i>Interne</i>
Latéral	<i>Externe</i>
Sillon rétro-malléolaire	<i>Gouttière rétro-malléolaire</i>
Rétinaculum supérieur des muscles fibulaires	<i>Ligament annulaire externe</i>
Artère fibulaire	<i>Artère péronière postérieure</i>
Nerf tibial	<i>Nerf tibial postérieur</i>
Rameau calcanéen médial	<i>Rameau calcanéen cutané</i>

B-FICHE TECHNIQUE DE RENSEIGNEMENT

AGE :	SEXE : M / F	ACTIVITE SPORTIVE/PROFESSION
-------	--------------	------------------------------

SI FÉMININ PORT DE TALON : OUI/NON

MOTIF DE CONSULTATION	NOTION D'INSTABILITE
-----------------------	----------------------

ANTÉCÉDENTS

MEDICAUX	TRAUMATIQUES	CHIRURGICAUX
----------	--------------	--------------

MÉCANISME LÉSIONNEL

INVERSION FORCEE	EVERSION FORCEE	HYPERFLEXION DORSALE
------------------	-----------------	----------------------

CLASSIFICATION ANATOMO CLINIQUE

GRADE I BENIGNE	GRADE II MOYENNE	GRADE III GRAVE
-----------------	------------------	-----------------

CLASSIFICATION ANATOMO PATHOLOGIQUE LCL

(Ligament collatéral latéral ou externe)

LTFA : Stade 0 Stade 1	LCF : stade 2	LTFP : stade 3
---------------------------	---------------	----------------

LTFA (ligament talo-fibulaire antérieur), LCF (ligament calcanéofibulaire)

LTFP : (ligament talo-fibulaire postérieur)

EXPLORATION RADIOLOGIQUE

RADIOLOGIE STANDARD	ECHOGRAPHIE	IRM
---------------------	-------------	-----

TRAITEMENT PROPOSÉ

Traitement fonctionnel	Traitement orthopédique	Traitement chirurgical
------------------------	-------------------------	------------------------

ABSTRACT

The Anatomical constitution of the articulation of the ankle is of a complex nature both by the many éléments which compose it and by their geometrical arrangement in space. Through the development of the various sports activities using it as support in the different situations of the execution of the gesture such as forced support and rotation, it is the subject of multiple traumas whose consequences can be formidable on its mobility .

Very congruent, formed by two joints; The talo-crural and the distal tibio-fibular, it allows the movements of plantar flexion and dorsal flexion, while being inseparable from the articular complex of the rear foot.

For good joint movement, the ankle should be stable and mobile.

In spite of this stability, the ankle remains one of the most vulnerable joints and is often the object of trauma and where the sprain represents the most frequent pathology, particularly the lesion of the lateral ligament.

The performance of the diagnostic means has made it possible, in complex lesions, to consider much more surgical treatments allowing early rehabilitation.

The dissection of parts on fresh cadavers allowed a personal approach to the study of the ankle joint and the elements that compose it.

The study and dissection of embalmed parts allowed us to get an insight into the anatomical varieties of periarticular muscles and ligaments, and to take stock of the mechanisms of injury and their actions on the capsulo-ligamentary complex.

The data collected were compared with those of the literature of which we recall, and the clinical case study made it possible to make an anatomo-radio-clinical correlation in traumatic ankle sprains.

Key words: joint, ankle, stability, dissection, ligament, sprain.

ملخص

البنية التشريحية لمفصل الكاحل معقدة و هذا نتيجة العديد من العناصر المكونة له بترتيب هندسي في الفضاء.

من خلال تطوير مختلف الألعاب الرياضية واستخدام الكاحل كدعم في حالات مختلفة لتنفيذ الحركة مثل الدعم القسري والدوران، فإنه معرض لصدمات متعددة، قد تكون عواقبها وخيمة على التنقل.

متطابق جدا، مشكل من قبل اثنين من المفاصل: الكاحلي الساقى والظنبوبي الشظوي السفلي، هو يمكن ثني أخصي والانتشاء الظهري، في حين لا يمكن فصله عن مجمع القدم الخلفية.

على الرغم من هذا الاستقرار، لا يزال الكاحل أحد المفاصل الأكثر ضعفا و موضع الصدمة وحيث الالتواء هو الأكثر شيوعا، وخاصة الإصابة في الرباط الخارجي الجانبي.

تطور وسائل التشخيص سمح في بعض الحالات المعقدة بالنظر أكثر إلى استعمال الجراحة للعلاج و هذا لإعادة التأهيل المبكر

تشريح الجثث سمح لنا بمقارنة شخصية لدراسة مفصل الكاحل ومكوناته.

سمحت لنا دراسة وتشريح أجزاء محنطة بمعاينة الأصناف التشريحية للعضلات حول المفصل والأربطة، وتقييم آليات الإصابة ونتائجها على مجمع الرباط المحفوظة.

تمت مقارنة البيانات التي تم جمعها، مع بيانات الأعمال المختلفة و التي تم ذكرها، ودراسة الحالة السريرية سمحت بارتباط تشريحي إكلينيكية إشعاعي في الالتواء الكاحلي

الكلمات المفتاحية: مفصل، الكاحل، الاستقرار، تشريح، الرباط، الالتواء .

RÉSUMÉ

La constitution anatomique de l'articulation de la cheville est de nature complexe aussi bien par les nombreux éléments qui la composent que par leur disposition géométrique dans l'espace. De par le développement des différentes activités sportives, l'utilisant comme appui dans les différentes situations de l'exécution du geste tel que l'appui forcé et la rotation, elle fait l'objet de multiples traumatismes dont les conséquences peuvent être redoutables sur sa mobilité.

Très congruente, formée par deux articulations ; la talo-crurale et la tibio-fibulaire distale, elle permet les mouvements de flexion plantaire et flexion dorsale, tout en étant indissociable du complexe articulaire de l'arrière-pied.

Malgré cette stabilité, la cheville reste l'une des articulations les plus vulnérables, faisant très souvent l'objet de traumatismes, et où l'entorse représente la pathologie la plus fréquente, particulièrement la lésion du ligament latéral.

La performance des moyens de diagnostic a permis dans les lésions complexes, d'envisager des traitements beaucoup plus chirurgicaux permettant une rééducation précoce.

La dissection de pièces sur cadavres frais, a permis une approche personnelle de l'étude de l'articulation de la cheville et des éléments qui la composent.

L'étude et la dissection des pièces embaumées a permis d'avoir un aperçu sur les variétés anatomiques des muscles périarticulaires et des ligaments, et de faire le point sur les mécanismes lésionnels, et leurs actions sur le complexe capsulo-ligamentaire.

Les données recueillies ont été confrontées à celles de la littérature, dont nous faisons un rappel, et l'étude des cas cliniques, a permis de faire une corrélation anatomo-radio-clinique dans les entorses traumatiques de la cheville.

Mots clés : articulation, cheville, stabilité, dissection, ligament, entorse.