

ÉTUDE BIOMÉTRIQUE DE LA SURFACE ARTICULAIRE DE L'EXTREMITÉ DISTALE DU TIBIA.

BOULACEL A⁽¹⁾, BOUZITOUNA M⁽²⁾, KAHN JP⁽³⁾.

1) Laboratoire d'Anatomie Humaine, CHU Constantine.

2) Service d'Orthopédie B, CHU Constantine.

3) Institut d'Anatomie de Strasbourg, France.

RÉSUMÉ:

L'articulation talo-crurale est une articulation qui doit joindre solidité, mobilité et stabilité. Elle joue un rôle fondamental dans la statique et dans le déplacement du pied et supporte tout le poids du corps. L'objectif de notre travail est une actualisation de ces données par une approche de la biométrie, nous avons recouru à la numérisation, à la statistique et la modélisation. L'étude biométrique a été faite sur la surface articulaire de l'extrémité distale du tibia constituant l'articulation talo-crurale. Des paramètres ont été calculés et comparés avec les données de la littérature. Une représentation de la surface articulaire de cette extrémité distale du tibia a été élaborée à partir des résultats de notre étude et qui peut donc contribuer et aider à l'amélioration de la reproduction d'une prothèse de cheville. Notre travail ouvre donc la voie à une approche de l'étude anatomique où le recours à la numérisation, la statistique et la modélisation seraient des outils qui accompagnent les outils classiques de biométrie.

Mots clés: Tibia, Biométrie, Articulation talo-crurale.

ABSTRACT: BIOMETRIC STUDY OF THE JOINT SURFACE OF DISTAL TIBIA.

The ankle joint is a joint which must include strength, mobility and stability. It plays a fundamental role in the static and in moving the foot and supports the entire weight of the body. The aim of our work is an update of the data by an approach of biometrics; we used scanning, statistics and modeling. Biometric study was made on the articular surface of the distal tibia forming the ankle joint. Parameters were calculated and compared with the literature data. A representation of the articular surface of the distal tibia was developed from the results of our study and can therefore contribute and assist in improving the reproduction of an ankle prosthesis. Our work thus opens the way for an approach to the anatomical study where the use scanning, statistical and modeling tools would be accompanying the conventional biometric tools.

Key words: Tibia, Biometrics, Ankle joint.

INTRODUCTION

L'articulation de la cheville ou articulation talo-crurale (tibio-tarsienne*) est une articulation distale du membre inférieur. Elle met en contact le squelette du pied et celui de la jambe; c'est une diarthrose de type ginglyme (trochléenne*) [1]. Elle met en contact et unit le tibia et la fibula (péroné) au talus (astragale). Son appellation sera en réalité, l'articulation tibio-fibulo-talienne [2,3].

Cette articulation est constituée de trois os: tibia, fibula et talus qui sont réunis dans une même enceinte articulaire.

Sur le plan ligamentaire, l'articulation est solidement stabilisée en latéral par les deux malléoles et les ligaments collatéraux. Elle n'effectue qu'un seul mouvement: flexion-extension. Elle ne possède qu'un seul degré de liberté qui détermine les mouvements de la jambe par rapport au pied dans un plan sagittal. Elle a aussi un rôle essentiel dans la statique du pied et dans les différentes séquences de la marche [4,5].

C'est une articulation très sollicitée et sujette à différentes lésions allant de l'entorse bénigne aux traumatismes complexes. La description anatomique préalable à notre travail nous a amené à une revue de la littérature et à une synthèse des données qui concernent les surfaces articulaires du tibia.

OBJECTIF

L'étude biométrique de la surface articulaire de l'extrémité distale du tibia nous a permis de mesurer avec précisions les différentes structures articulaires de cet os et d'utiliser un traitement statistique de ces données pour avoir des valeurs médianes avec des écarts interindividuels. Les résultats que nous avons obtenus nous ont permis d'élaborer un dessin de cette surface articulaire qui peut servir à la confection des prothèses de cheville.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel

L'étude biométrique a été réalisée au niveau du laboratoire d'Anatomie humaine du CHU de Constantine et également au niveau de l'institut d'Anatomie de l'hôpital de Strasbourg. Une unité de biométrie a été mise à notre disposition avec tout le matériel indispensable à l'étude. La population des pièces osseuses qui a concerné notre étude a consisté en des os secs représentés par des tibias humains.

Le lot consiste en 125 tibias. Ces os sont conservés dans des boîtes sans distinction d'âge ni de sexe.

Les côtés droit et gauche des extrémités inférieures du tibia ont été identifiés toujours grâce à leur mise en place. Le côté droit est représenté par 59 tibias et le côté gauche par 66 tibias.

2. Méthodes

Les types de mensurations réalisées ont été choisis après consultation des données de la littérature [6,7].

Les mesures ont été directement effectuées au pied à coulisse (AESULAP AA 845 Rostir™) sur le groupe d'os choisis et ont permis de donner des chiffres corrigés et contrôlés. C'est une mesure restituée en centimètre (cm) avec une précision de 0,01mm. Le goniomètre a permis de mesurer l'angle formé par le pilon tibial et la malléole tibiale.

Des photos sous différents angles ont été réalisées avec un appareil numérique (Nikon® 6.0) et traitées pour certaines par le logiciel Paint (XP-2007).

Le tibia : en tenant compte du côté (droit et gauche)

-La longueur du bord latéral de la surface articulaire de l'extrémité distale du tibia (pilon tibial) (Ti1) (figure 1).

-La longueur du bord médial de la surface articulaire de l'extré-

mité distale du tibia (pilon tibial) (Ti2) (figure 2).

-L'angle formé par le pilon tibial et la malléole tibiale (Ti3). Une comparaison entre le bord médial du pilon tibial avec le bord médial du talus a été également faite.

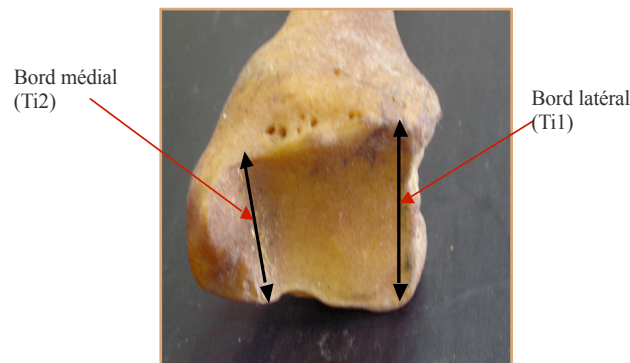


Figure 1. Paramètres mesurés au niveau du pilon tibial.

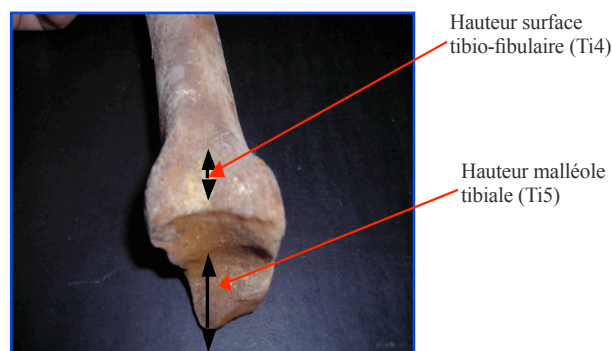


Figure 2. Paramètres mesurés au niveau de l'extrémité distale du tibia.

-La hauteur de la surface articulaire tibio-fibulaire distale (Ti4).

-La hauteur de la malléole tibiale (Ti5) (figure 3).

Les mesures faites sont les suivantes :

Les données ont été traitées par les logiciels Excel, Epi-info.6 et SPSS.12.

A partir des mesures effectuées; les paramètres suivants ont été calculés :

- La moyenne;
- L'écart type,
- La minimale,
- La maximale.

Ensuite des comparaisons et des corrélations ont été faites:

-Les longueurs des bords latéraux du pilon tibial selon le côté.

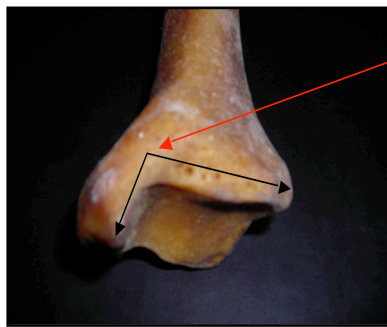
-Les longueurs des bords médiaux selon le côté.

-Les longueurs médiale et latérale de la surface articulaire du pilon tibial.

-La hauteur de la malléole tibiale droite et gauche.

-Les hauteurs de la malléole tibiale et de la surface tibio-fibulaire inférieure.

-L'angle formé par le pilon tibial et la malléole tibiale selon le côté.



Angle pilon tibial-malléole tibiale (Ti3)

Figure 3. L'angle formé par le pilon tibial et la malléole tibiale.

Les différences observées suite à ces comparaisons ont été testées pour savoir si elles sont statistiquement significatives ou non statistiquement significatives.

Les tests statistiques utilisés sont :

-La comparaison de moyenne.

-La corrélation.

Le seuil de significativité retenu était de $p < 0,05$ (5%).

L'étude biométrique du tibia est essentiellement basée sur l'extrémité inférieure du tibia où différents paramètres ont été calculés.

RÉSULTATS

1.Paramètres des longueurs des bords latéraux du pilon tibial selon le côté

Les paramètres des longueurs sont représentées sur le tableau I. La longueur du bord latéral est sensiblement la même quel que soit le côté ($p > 0,05$) (tableau II).

2.Paramètres des longueurs des bords médiaux du pilon tibial selon les deux côtés

La longueur du bord médial est sensiblement la même quelque soit le côté ($p > 0,05$). La valeur extrême est pratiquement la même des deux côtés (tableaux III et IV).

Tableau I. longueur des bords latéraux droit et gauche du pilon tibial (en cm).

Bord latéral	Droit et gauche
Taille	125
Moyenne	3,0557
Ecart-type	0,2479
Minimum	2,51
Maximum	3,78

Tableau II. Longueur des bords latéraux du pilon tibial selon le côté (en cm).

Bord	Latéral côté droit	Latéral côté gauche	P
Taille	59	66	$p > 0,05$
Moyenne	3,0083	3,0920	
Ecart-type	0,2268	0,2571	
Minimum	2,56	2,51	
Maximum	3,77	3,78	

Tableau III. Longueur des bords médiaux droit et gauche du pilon tibial (en cm).

Bord latéral	Droit et gauche
Taille	125
Moyenne	2,4214
Ecart-type	0,2441
Minimum	1,80
Maximum	2,97

Tableau IV. Longueur des bords médiaux droit et gauche du pilon tibial selon le côté (cm).

Bord	Médial côté droit	Médial côté gauche	p
Taille	59	66	$p > 0,05$
Moyenne	2,4156	2,4209	
Ecart-type	0,2368	0,2498	
Minimum	1,94	1,80	
Maximum	2,97	2,96	

3.Corrélation entre les longueurs médiale (Ti2) et latérale (Ti1) de la surface articulaire du pilon tibial

Le nombre de tibia droit et gauche est de $N = 125$ et $r = 0,33$ et leur corrélation sont représentées sur le tableau V et figures 4 et 5.

-Le nombre de tibias droits: 59; $r = 0,08$.

-Le nombre de tibias gauches: 66; $r = 0,50$.

Pour le côté droit, nous n'avons pas trouvé de corrélation entre la longueur médiale et la longueur latérale ($r = 0,08$, $p > 0,05$) (figures 4 et 6).

La longueur médiale est proportionnellement corrélée à la longueur latérale de la surface articulaire du pilon tibial du côté gauche ($r = 0,50$, $p < 0,01$) (figures 5 et 6).

Tableau V. Corrélation entre le côté droit et le côté gauche des longueurs médiale et latérale du pilon tibial.

Côté	r	P
Droit et gauche	0,33	$p < 0,01$
Droit	0,08	$p > 0,05$
Gauche	0,50	$p < 0,01$

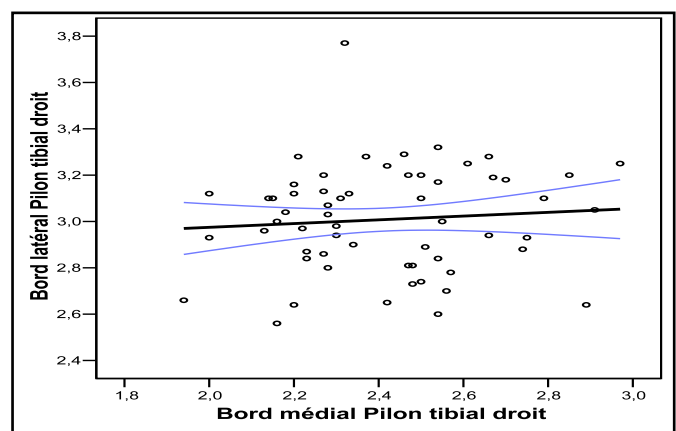


Figure 4. Corrélation entre le bord latéral et le bord médial du pilon tibial droit (n=59).

4. Paramètres entre la hauteur de la malléole tibiale droite et gauche

La hauteur de la malléole tibiale est sensiblement la même quel que soit le côté ($p > 0,05$) (tableaux VI et VII).

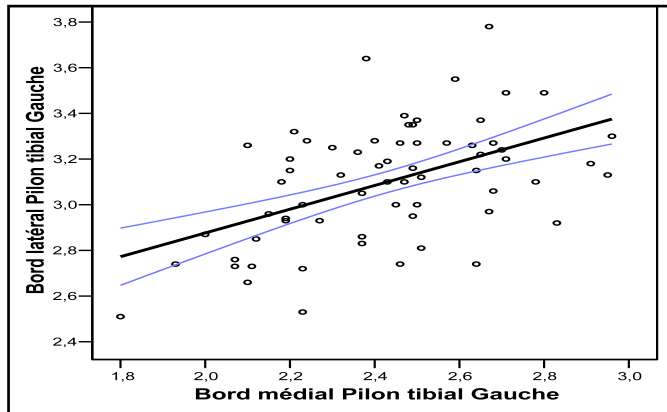


Figure 5. Corrélation entre le bord latéral et le bord médial du pilon tibial gauche ($n=66$).

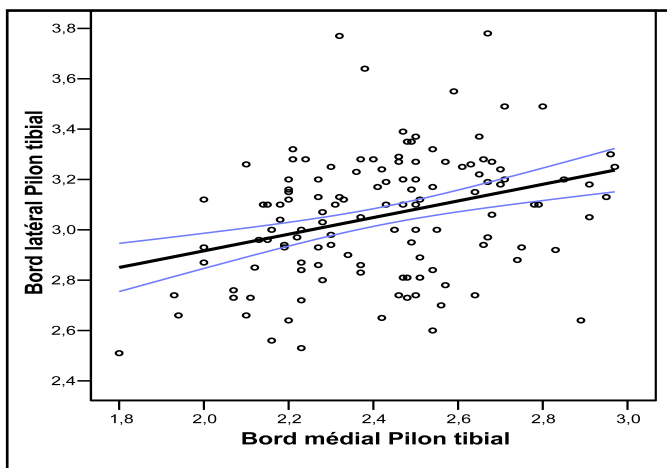


Figure 6. Corrélation entre le bord latéral et le bord médial du pilon tibial ($n=125$).

Tableau VI. Hauteur de la malléole tibiale des deux côtés.

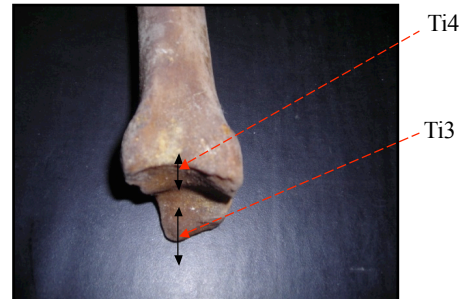
Profondeur malléole	Droit et gauche
Taille	125
Moyenne	1,5089
Ecart-type	0,1958
Minimum	0,92
Maximum	2,25

Tableau VII. Hauteur de la malléole tibiale selon le côté.

Profondeur malléole	Côté droit	Côté gauche	p
Taille	59	66	$p > 0,05$
Moyenne	1,5434	1,4780	
Ecart-type	0,2174	0,1701	
Minimum	0,92	1,17	
Maximum	2,25	1,88	

5. Paramètres entre les hauteurs de la malléole tibiale et de la surface tibio-fibulaire inférieure

Sur 125 os tibia; seuls 105 sont exploitables du point de vue hauteur de la surface tibio-fibulaire distale (figure 7).



Ti3 : Hauteur malléole tibiale.

Ti4 : Hauteur -surface tibio-fibulaire.

Figure 7. Extrémité distale du tibia (les flèches indiquent la hauteur de la malléole tibiale et la hauteur de la surface tibio-fibulaire distale).

Les calculs de la hauteur de la malléole médiale du tibia étant déjà faits précédemment; il nous reste à faire les calculs de la hauteur de la surface tibio-fibulaire distale (tableaux VIII et VIX).

Tableau VIII. Hauteur de la surface tibio-fibulaire distale des deux côtés.

Hauteur de la surface tibio-fibulaire	Droit et gauche
Taille	105
Moyenne	0,5973
Ecart-type	0,1301
Minimum	0,32
Maximum	1,02

Tableau IX. Hauteur de la surface tibio-fibulaire distale selon le côté.

Profondeur malléole	Côté droit	Côté gauche	p
Taille	49	56	$p \approx 0,000$
Moyenne	0,5818	0,6109	
Ecart-type	0,1168	0,1403	
Minimum	0,40	0,32	
Maximum	0,94	1,02	

Nous constatons qu'à droite; la profondeur de la malléole médiale du tibia est en moyenne 3 fois plus grande que celle de la hauteur de la surface tibio-fibulaire ($p \approx 0,000$).

A gauche; la profondeur de la malléole médiale est aussi en moyenne au moins 2 fois plus grande que celle de la hauteur de la surface tibio-fibulaire.

La comparaison globale permet de retrouver que la hauteur est en moyenne 3 fois plus importante du côté de la malléole tibiale et cette hauteur est plus grande à droite qu'à gauche.

6.Paramètres entre le bord médial du pilon tibial (ti1) avec le bord médial du talus (ta4) selon le côté

On note une différence statistiquement significative avec $p \approx 0,00$ pour les deux côtés droit et gauche.

7.Paramètres de l'angle pilon tibial-malléole tibiale (ti5)

La valeur des angles droit et gauche est sensiblement la même quelque soit le côté considéré ($p > 0,05$) (tableaux X et XI).

Tableau X. Angle pilon tibial malléole tibiale des deux côtés.

Angle pilon tibial malléole tibiale	Droit et gauche
Taille	125
Moyenne	116°14
Ecart-type	4°61
Minimum	103°
Maximum	126°

Tableau XI. Angle pilon tibial-malléole tibiale selon le côté.

Côté	Droit	Gauche	p
Taille	59	66	$p \approx 0,000$
Moyenne	116°39	115°91	
Ecart-type	4°66	4°59	
Minimum	105°	103°	
Maximum	126°	123°	

DISCUSSION

Notre étude biométrique comporte des mesures faites sur des os secs, représentés par des tibias.

Les différents paramètres mesurés sur l'extrémité inférieure du tibia sont représentés par le tableau XII.

-La longueur du bord latéral de la surface articulaire du pilon tibial (Ti1).

-La longueur du bord médial de la surface articulaire du pilon tibial (Ti2).

-La hauteur de la malléole tibiale (Ti3).

-La hauteur de la surface articulaire tibio-fibulaire inférieure (Ti4).

-L'angle formé par le pilon tibial et la malléole tibiale (Ti5).

Des comparaisons entre ces différents paramètres ont été effectuées (tableau XII).

Il n'y a pas de différence significative entre la longueur des bords latéraux droit et gauche. ($p > 0,05$). La différence est également non significative pour les bords médiaux avec cependant une légère augmentation du côté gauche pour les deux bords.

La comparaison des longueurs médiale (Ti2) et latérale (Ti1) de la surface articulaire du pilon tibial faite sur 125 os (59 droit et 66 gauche) retrouve des corrélations avec : $r = 0,33$ entre les longueurs médiale (Ti2) et latérale (Ti1) de la surface articulaire du pilon tibial; (r droit 0,08; et r gauche 0,50).

Les valeurs extrême des deux bords latéral et médial sont presque identiques (latéral: droit 3,77; gauche 3,78 et médial: droit 2,97; gauche 2,96).

La profondeur de la malléole tibiale est la même à droite et à gauche ($p > 0,05$); avec une légère augmentation à droite; même la valeur extrême se trouve à droite.

Tableau XII. Tableau synoptique des différents paramètres du tibia (N=125).

Index	Côté	N	Moy.	E-type	Min	Max	P
Ti1	Droit	59	3,0083	0,2268	2,56	3,77	$>0,05$
	Gauche	66	3,0920	0,2571	2,51	3,78	
Ti2	Droit	59	2,4156	0,2368	1,94	2,97	$>0,05$
	Gauche	66	2,4209	0,2498	1,80	2,96	
Ti3	Droit	59	1,5434	0,2174	0,92	2,25	$>0,05$
	Gauche	66	1,4780	0,1701	1,17	1,88	
Ti4	Droit	49	0,5818	0,1168	0,40	0,94	0,000
	Gauche	56	0,6109	0,1403	0,32	1,02	
Ti5	Droit	59	116°39	4°66	105°	126°	$>0,05$
	Gauche	66	115°91	4°59	103°	123°	

Moy.:Moyenne; E.type: Ecart-type; Min.: Minimum; Max. :Maximum.

Les hauteurs de la malléole tibiale et de la surface articulaire tibio-fibulaire ont été comparées ; la hauteur de la malléole tibiale du côté droit est en moyenne 3 fois plus grande que celle de la surface tibio-fibulaire ($p \approx 0,0$). La hauteur de la malléole tibiale du côté gauche est en moyenne au moins 2 fois plus que celle de la surface tibio-fibulaire ($p \approx 0,0$).

Cela nous permet de conclure que la profondeur de la malléole tibiale est plus grande à droite qu'à gauche.

On retrouve une différence statistiquement significative ($p \approx 0,00$) des deux côtés entre la longueur du bord médial du pilon tibial avec la longueur du bord médial de la trochlée du talus.

L'angle formé par le pilon tibial et la malléole tibiale ne présente pas de différence significative ($p > 0,05$). Cet angle varie entre 103° et 126° avec une moyenne à droite de 116°39 et à gauche de 115°91.

RÉFÉRENCES

- 1.Paturet G. Traité d'anatomie humaine. Membre supérieur et inférieur. Masson- Paris-Masson et Cn. Editeurs. Paris (VI). 1951; 2: 659-692.
- 2.Kamina P. Précis d'anatomie Clinique tome I Maloine- Paris 2002.
- 3.Castaing L, Delaplace J. La cheville. Vigot. Editions: 5-49.
- 4.Maestro M. Rappel biomécanique de la talo-crural et de la sous-talienne. Journées internationales de la pathologie du pied. Grenoble 2002.
- 5.Kapandji I. Physiologie articulaire. Tome 2 membres inférieurs: La cheville. 6^{ème} Edition. 1994: 74-157.
- 6.Bonnel F, Blotman F. Bases anatomiques et principes biomécanique de la cheville.in: Cheville et médecine de rééducation. Masson. Edition. Paris. 1982: 1-6.
7. Fessy MH, Carret JP, Bejui J. Morphometry of the talocrural joint. Surg Radiol Anat. 1997; 19: 299-302.