



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE MEDICINA

DESCRIPCIÓN BIOMÉTRICA DEL CALCÁNEO EN PIEZAS
ÓSEAS CADAVÉRICAS DEL DEPARTAMENTO DE
MORFOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO
HEREDIA Y SU APLICACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE
FRACTURAS CON DEPRESIÓN ARTICULAR.

BIOMETRIC DESCRIPTION OF CALCANEUS IN BONE PIECES
FROM THE MORPHOLOGY DEPARTMENT OF CAYETANO
HEREDIA UNIVERSITY AND ITS APPLICATION IN
TREATMENT OF FRACTURES WITH JOINT DEPRESSION.

AUTORES

Ordoñez Lima Ruth^{1,c}, Ortiz Florez Victoria Dommy^{1,c}.

ASESORES

Mas Ubillus Guiliana^{1,3,a}, Vejarano Solano Julio Cesar^{1,2,a}.

1 Facultad de Medicina Alberto Hurtado, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

2 Hospital Cayetano Heredia. Lima, Perú

3 Hospital Arzobispo Loayza, Perú

a Profesor de la Facultad de Medicina Alberto Hurtado, Universidad Peruana Cayetano Heredia. c Estudiante de Medicina Humana

Summary

Aim: The purpose of this study was to describe calcaneal biometry in cadaveric parts of the Department of Morphology of the Universidad Peruana Cayetano Heredia, for its application in reconstructive surgery. **Material and methods:** In 31 calcaneus bone pieces lengths were measured: length, height, width and tali-lateral wall distance, the Böhler and Gissane angles in radiographs and photographs also the X° and X1° angles, and the posterior facet area. The instruments used were a calibrated caliper and the Autodesk AutoCAD Civil 3D 2016 program. Data analysis was performed in STATA 13.1 program. **Results:** Of the 31 calcaneus that formed the sample, 17 presented the Type 1 variant and 14 the Type 2. The maximum length was $67.1\text{mm} \pm 4.51$.

The largest width was $25.3\text{mm} \pm 2.6$ and the lowest $17.64\text{mm} \pm 2.19$, the length from the lateral wall to sustentaculum tali was $34.82\text{mm} \pm 3.28$. The height was $40.11 \pm 3.40\text{mm}$. The Böhler angle on radiographs was $25.45^\circ \pm 4.8$ and in photographs it was $25.9^\circ \pm 6.1$. The Gissane angle on radiographs was $122.9^\circ \pm 5.8$, and in photographs it was $114.15^\circ \pm 9.8$. The X° and X1° angles belonging to the direction of the interfragmentary screw had $19.6^\circ \pm 5.5$ and $18.8^\circ \pm 5.1$, respectively. The area of the posterior facet was calculated as $5\text{cm}^2 \pm 0.8$. **Discussions:** The calcaneal measurements of our sample are smaller than those of other regions, while the angles do not show greater variation, in addition the angular direction was found for the placement of the interfragmentary screw. It is recommended to carry out studies with a statistically representative sample to extrapolate the results, since it would be the real characteristic of the population and optimize the use of suitable material for our population.

Resumen

Objetivo: Describir la biometría del calcáneo en piezas óseas cadavéricas del Departamento de Morfología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, para su aplicación en el tratamiento quirúrgico de fracturas de calcáneo con depresión articular. **Material y métodos:** Muestra de 31 piezas óseas de calcáneos donde se midieron longitudes: largo, altura, anchos y distancia desde el sustentáculo tali-pared lateral, los ángulos de Böhler y Gissane en radiografías y fotografías, y los ángulos X° y X1°, y el área de la faceta posterior. Los instrumentos utilizados fueron un calibrador, y el programa Autodesk AutoCAD Civil 3D 2016. El análisis de datos se realizó en el programa STATA 13.1. **Resultados:** De los 31 calcáneos que conformaron la muestra, 17 presentaron la variante de faceta Tipo 1 y 14 la Tipo 2. La longitud máxima fue $67.1\text{mm} \pm 4.51$. El mayor ancho fue de $25.3\text{mm} \pm 2.6$ y el menor $17.64\text{mm} \pm 2.19$, la longitud de pared lateral al sustentáculo tali fue de $34.82\text{mm} \pm 3.28$. La altura fue de $40.11\text{mm} \pm 3.40$. El ángulo Böhler en radiografías fue $25.45^\circ \pm 4.8$ y en fotografías fue $25.9^\circ \pm 6.1$. El ángulo de Gissane en radiografías fue $122.9^\circ \pm 5.8$, y en fotografías fue $114.15^\circ \pm 9.8$. Los X° y X1° pertenecientes a la dirección del tornillo interfragmentario, fueron de $19.6^\circ \pm 5.5$ y $18.8^\circ \pm 5.1$ respectivamente. El área de la faceta posterior fue de $5\text{cm}^2 \pm 0.8$. **Discusión:** Las medidas de los calcáneos fueron menores comparado a la de otras regiones, en tanto los ángulos no muestran mayor variación, además se encontró la dirección angular para la colocación del tornillo interfragmentario. Se recomienda realizar estudios con muestra estadísticamente representativa para extrapolar los resultados, ya que sería la característica real de la población y optimizar la utilización de material adecuado para nuestra población.

Keywords: Calcaneus, Calcaneus fracture, Calcaneus biometry, intra-articular calcaneus fracture.

Introducción

El calcáneo es el hueso más grande del pie, se localiza en la región del tarso, donde se articula con el astrágalo y el cuboides mediante carillas articulares: anterior, media y posterior (1,2), siendo esta última la de mayor importancia en las funciones de la biodinámica, ya que contribuye principalmente al soporte del peso corporal y a la bipedestación (2). Se considera a esta estructura como el hueso del tarso que se fractura con mayor frecuencia. Representa el 60% de las fracturas del tarso, y cerca del 1 a 2% del total de las fracturas corporales.(3) Dentro de los diferentes tipos de fractura del calcáneo, aquellas con depresión articular son las más prevalentes. La población más comprometida, son los varones jóvenes que pertenecen a la población económicamente activa (4).

Actualmente el tratamiento quirúrgico de las fracturas con depresión articular desplazadas se ha impuesto sobre el tratamiento conservador (5). El tratamiento de las fracturas articulares en general precisa una reducción anatómica de la articulación asociada a una fijación estable. Existen en el mercado mundial diferentes instrumentos de fijación, siendo las más utilizadas las placas para calcáneo las cuales han sido diseñadas basándose en mediciones de calcáneos de poblaciones diferentes a las nuestras, y por diferentes estudios sabemos que la anatomía ósea varía de una población a otra en cuanto a altura, longitud y angulación (6-10). Por otro lado se sabe por opinión de cirujanos ortopédicos, dedicados al manejo de fracturas de calcáneo en nuestro medio, que muchas veces las placas para calcáneo no se adecúan en tamaño a la morfología particular de cada paciente, resultando excesivamente grandes; por lo tanto es de vital importancia conocer la biometría y anatomía de este hueso, para evitar el riesgo de lesionar estructuras adyacentes, disminuir el tiempo operatorio y lograr la corrección de características estructurales tales como el ancho, altura, eje y ángulo de Böhler del calcáneo, ya que son predictores del resultado postoperatorio (11).

Otro aspecto importante en el tratamiento de las fracturas con depresión articular es, que el pilar de la reducción es la colocación de un tornillo de tracción desde la pared lateral hasta el

sustentáculo tali, para mantener la congruencia de la reducción del fragmento constante. Sin embargo en la literatura no está precisada la angulación que debe seguir este tornillo (12).

Con el presente estudio buscamos determinar y describir las características biométricas (método estadísticos y/o matemático usado en las ciencias biológicas, según *The International Biometric Society*) de calcáneos en piezas óseas cadavéricas de pobladores de nuestra región, esto debido a que hasta el momento no se encontró un estudio similar y de esta manera se podrá generar mayor conocimiento sobre la biometría de este hueso tan importante, aportando de esta forma a la utilización de material de osteosíntesis adecuado a las medidas para nuestra población, y a la técnica quirúrgica en sí, además del planteamiento de estudios con poblaciones mayores que permitan obtener resultados que puedan ser extrapolados a la población en general.

Materiales y Métodos

En el presente estudio se realizó la biometría del calcáneo, utilizando piezas óseas de individuos adultos, pertenecientes al Departamento de Ciencias Morfológicas de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Inicialmente la muestra fue de 40 piezas óseas de individuos diferentes. Posteriormente se excluyeron 09 piezas; de las cuales 08 piezas fueron excluidas por encontrarse articuladas a maquetas, y 01 pieza porque luego de un minucioso análisis se evidenciaron estigmas de fractura consolidada con ensanchamiento de la pared lateral, hundimiento de toda la faceta posterior y presencia de espícula ósea en la pared medial. Por lo tanto se utilizaron 31 piezas óseas de calcáneos de individuos diferentes, adultos, procedentes de nuestra población para el estudio.

Las mediciones de las piezas óseas fueron llevadas a cabo por un investigador, el cual fue adiestrado por el experto. Se determinaron 13 parámetros que corresponden a cada una de las variables del estudio, estableciendo en cada una su definición operacional, siendo las siguientes:

- **Longitud máxima del calcáneo (mm):** Distancia entre el punto más prominente de la tuberosidad posterior y la carilla anterior (fig.1).
- **Altura del calcáneo (mm):** Distancia entre la recta que une el punto más alto de la tuberosidad posterior y el punto más alto de la faceta posterior, con la tangencial al punto más bajo de la tuberosidad posterior con dirección paralela a la recta anterior. (fig.1).
- **Ancho del calcáneo (mm):** El calcáneo fue dividido por el eje longitudinal y tres líneas verticales, resultando 06 zonas de seguridad (13), la medida es tomada como la distancia entre ambas paredes (lateral y medial), y como referencia el punto central de cada zona de seguridad (fig.1).
- **Longitud desde pared lateral hasta el sustentáculo tali (mm):** La mayor distancia desde la pared lateral (arco medial del tálamo) hacia el sustentáculo tali en sus $\frac{2}{3}$ posteriores.
- **Ángulo de Böhler (Grados sexagesimales):** Ángulo formado por la intersección entre la recta que une el punto más alto de la apófisis anterior y el punto más alto de la faceta

posterior con la recta que cruza tangencial al punto más alto de la tuberosidad posterior del calcáneo. (fig.2)(1)

- **Ángulo crítico de Gissane (Grados sexagesimales):** Ángulo obtuso formado por la recta que pasa paralela a la superficie articular astrágalo-calcáneo posterior y la recta que une el extremo anterior de la faceta posterior hasta el borde dorsal de la faceta calcáneo-cuboidea. (fig.2)(6)
- **Ángulo X° (Grados sexagesimales):** Ángulo formado por la intersección de la recta perpendicular trazada en el plano horizontal con respecto al eje del calcáneo y la recta trazada desde el arco medio hacia el sustentáculo Tali. (Plano axial) (Fig.3)
- **Ángulo X1° (Grados sexagesimales):** Ángulo formado por la intersección de la recta perpendicular trazada en el plano coronal con respecto al eje del calcáneo y la recta trazada desde el arco medio hacia el sustentáculo Tali en sus 2/3 posteriores. (Fig. 4)
- **Área de la faceta posterior (cm²):** Área delimitada por los bordes de la faceta posterior. (Fig.5)

Para realizar las mediciones de las longitudes se utilizaron un calibrador y una regla de medición, ambos de metal, y calibrados en milímetros. La medida de los ángulos se realizó con la toma de fotografías en formato digital de alta resolución (variables X° y X1°) y radiografías (Ángulo de Böhler y ángulo de Gissane) (51 kV - 2.50mAs - 8.0msec) de la piezas óseas; y luego se utilizó el programa de medición computarizada para imágenes Autodesk AutoCAD Civil 3D 2016 Metric Ink., bajo la herramienta de medición angular de alta precisión, de igual forma para medir el área de la faceta posterior se utilizó el mismo programa computarizado de medición, bajo la herramienta de cálculo de área con polilínea.

Además, basado en la macroscopía se describieron también las variantes de las facetas articulares propias del calcáneo (14). La información de los datos fue recolectada en una base en Excel y posteriormente procesada con el STATA 13.1. Se calcularon las medidas de tendencia central para todas las variables cuantitativas. Se realizaron gráficos box plot de ser necesario.

Resultados

Fueron 31 calcáneos los que conformaron la muestra final, de los cuales 16 fueron derechos y 15 izquierdos. No se tuvo información referente al sexo (masculino o femenino) del donante cadavérico. Basados en las variantes de las facetas articulares del calcáneo, se encontró que 11 de los 31 calcáneos pertenecían al Tipo 1A por tener la faceta anterior y media fusionada, 6 pertenecían al Tipo 1B, y 14 presentan la variante Tipo 2. No se encontraron calcáneos con las variantes Tipo 3 ni Tipo 4 (Gráfico 1).

Longitudes: La longitud máxima del calcáneo de nuestra muestra tiene una media de $67.1\text{mm} \pm 4.51$, con un valor máximo y mínimo de 77mm y 60mm, respectivamente. El ancho del calcáneo tomado en 6 puntos diferentes se presenta en la Tabla 1, obteniéndose que la zona IIIB presenta mayor ancho con una media de $25.3\text{mm} \pm 2.6$, los puntos de la zona media del calcáneo (IIA y IIB) presentan una medida relativamente similar (Tabla 1), y la zona con menor ancho es la IB con una media de $17.64\text{mm} \pm 2.19$. Por último la altura del calcáneo tiene como resultado una media de $40.11\text{mm} \pm 3.40$, con un valor máximo de 45mm y mínimo de 35mm.

Área: Respecto al área de la faceta posterior se obtuvo una media de $5\text{cm}^2 \pm 0.8$, con un área mínima de 3.29cm^2 y un área máxima de 6.43cm^2 .

Ángulos: Los ángulos Böhler obtenidos en radiografía tienen una media de $25.45^\circ \pm 4.8$ y la media obtenida de fotografías es de $25.86^\circ \pm 6.1$. En cuanto al ángulo de Gissane obtenido de radiografías tuvo una media de $122.9^\circ \pm 5.8$, y la media del mismo ángulo obtenido de fotografías fue de $114.15^\circ \pm 9.8$.

En el caso de los ángulos X° y $X1^\circ$ pertenecientes a la dirección angular del tornillo interfragmentario se obtuvieron una media en $19.62^\circ \pm 5.56$ para el ángulo X° correspondiente a la dirección en el plano axial, y una media en $18.8^\circ \pm 5.1$ para el ángulo $X1$ que da la dirección en el plano coronal.

Discusión

Conforme fueron incrementándose el número de fracturas de calcáneo, esto debido al desarrollo industrial, fue necesaria la descripción precisa de la anatomía y biometría del calcáneo, debido a la importancia biodinámica de este hueso y sus complicaciones postoperatorias, como una reducción no satisfactoria, pilares fundamentales para el conocimiento y tratamiento de una fractura en extremo compleja. Una fractura de calcáneo con reducción no satisfactoria conlleva a una seria discapacidad que puede prolongarse por varios años (15).

La comunidad científica ha realizado diferentes estudios para conocer las características del calcáneo empleando imágenes radiográficas y tomográficas de individuos vivos, así como de piezas óseas en estudios antropométricos, lo que ha ayudado a conocer mejor los patrones de fractura y también ha permitido la fabricación de material de osteosíntesis para abordar quirúrgicamente las fracturas complejas de este hueso. Sin embargo, los estudios siempre son realizados en poblaciones con características antropométricas diferentes a la nuestra, obligando a los cirujanos durante el mismo acto operatorio a adecuar dicho material de osteosíntesis, con lo que se incrementa el riesgo de fracaso.

El calcáneo es un hueso irregular y presenta variantes anatómicas en sus estructuras más pequeñas como por ejemplo, según Gupta et al, las variantes de las facetas articulares del calcáneo se clasifican en 4 tipos (14), algunas de las cuales predominan dependiendo del grupo racial (7). En nuestro estudio se encontró que el 54% presentó la variante Tipo 1 (17 de 31 calcáneos), y un 46% la variante Tipo 2, concordando con lo descrito en la bibliografía (7 ,8 ,14). De una forma similar la longitud del calcáneo varía dependiendo de la población, es así que existen numerosos estudios que dan como tamaño promedio del calcáneo de entre 74.2mm \pm 3 (9), 73.8mm \pm 3 y 67.7mm \pm 3 (16) con variaciones entre mujeres y varones, e incluso alcanzando hasta 88mm \pm 1 en otro estudio (10). Nuestra muestra tiene una media de 67.1mm \pm 4.5; y que si bien no diferenciamos varones de mujeres, es notablemente menor comparado con las medias de otros estudios realizados en poblaciones diferentes, por lo que se podría plantear estas

diferencias como una razón muy importante del porqué al usar materiales para osteosíntesis en nuestra población se presentan diversas dificultades en cuanto a sus dimensiones, teniendo que ser moldeadas y/o adecuadas durante el acto operatorio, incrementando el tiempo operatorio, el riesgo de lesión de estructuras adyacentes y el riesgo de resultados no satisfactorios en el postoperatorio. Al igual que la longitud, la altura del calcáneo de nuestra muestra fue de $40.11\text{mm} \pm 3.40$, con un valor máximo de 45mm y mínimo de 35mm, y es notablemente menor a lo reportado en otros estudios que tienen como media $42.5\text{mm} \pm 3$ (9).

Por ser un hueso irregular su ancho es variable a lo largo de toda su extensión, por lo que dependiendo de la finalidad de cada investigación se deberán tomar arbitrariamente los puntos de medición. En nuestro estudio se planteó medir el ancho basado en las zonas de seguridad (13), exactamente en sus puntos medios, ya que este conocimiento es de gran ayuda durante la fijación con placas (sean convencionales o bloqueadas-específicas para calcáneo), donde los tornillos de fijación atraviesan como mínimo una vez por cada área, y por lo que la medida de los tornillos debería tomar en cuenta el ancho de cada zona para evitar lesiones neurovasculares. En nuestro estudio se puede observar que el tercio posterior tiene mayor medida, pero la porción superior de este es menor que la inferior, en cambio en la región del tercio medio tanto la porción superior como inferior son similares en dimensiones, el tercio anterior presenta su porción inferior menor a la superior esto por la forma de esta zona que corresponde a la articulación calcáneo-cuboidea. Es importante tener en cuenta estas medidas, sobre todo en las porciones del tercio anterior, tanto superior como inferior (zonas IA y IB), y en la porción superior del tercio medio (que corresponde a la zona IIA); debido a que según la literatura, son las zonas de más alto riesgo de lesión neurovascular (gráfico 2)(13).

Al igual que las otras medidas del calcáneo los ángulos propios de éste tienen medidas singulares para cada región, por lo que es necesario estudiar cuál es el rango de valores para nuestra población. Se tiene como un valor normal del ángulo de Böhler en un calcáneo adulto sin trauma de $25^\circ - 45^\circ$, y un ángulo de Gissane de $95^\circ - 150^\circ$ (17); en cambio para nuestra muestra la

media del ángulo de Böhler fue de $25.45^{\circ} \pm 4.8$ encontrándose este en el límite inferior del valor del rango angular de lo ya establecido en la literatura, aunque por ser una muestra pequeña deja como incógnita si el ángulo para nuestra población puede ser aún menor a lo conocido o acercarse más a la medida central, y esto debido a la importancia de este ángulo en la evaluación postoperatoria como factor predictor de un resultado aceptable (11). El ángulo de Gissane $122.9^{\circ} \pm 5.8$ se encuentra dentro de los límites establecidos en la literatura. Sin embargo, debido a que la muestra estudiada no es lo suficientemente grande deben plantearse más estudios para mostrar con mayor exactitud los rangos de valores angulares para nuestra población. En cuanto a la medida del ángulo de Böhler en fotografías, se encontraron valores similares a los hallados en la medición de las radiografías, pero se encontró gran diferencia en el caso del ángulo de Gissane probablemente debido al ángulo en el que se tomaron ambas imágenes, igualmente se necesitan estudios con mayor tamaño de muestra para corroborar dicha hipótesis. Por otro lado determinar el área de la faceta posterior, nos ayuda a conocer el área de superficie de contacto con la articulación subastragalina, ya que en esta zona se ejerce fuerzas en cuña, y que al incrementar estas fuerzas y la fuerza normal, se convierten en fuerzas de cizallamiento importantes sobre todo en traumatismos de alta energía (16), generando deformación de la estructura base del hueso, por lo que los cambios en las dimensiones de la altura, el ancho y la pérdida de los ángulos, comprometen la biodinámica del hueso, y es allí donde radica la importancia de conocer la dimensión de este área. En nuestra muestra se encontró que el área tiene una media en $5\text{cm}^2 \pm 0.8$, con un área mínima de 3.29cm^2 y siendo el área máxima de 6.43cm^2 , comparado los resultados a otro estudio de origen japonés cuyas dimensiones fueron $13.6\text{cm}^2 \pm 1.2$ con un mínimo de 11.1cm^2 y máximo de 16.2cm^2 (16). Es resaltante la gran diferencia en las dimensiones del área, al igual que en las otras variables encontramos que nuestra población presenta dimensiones pequeñas. Surge también la pregunta relacionada a los tipos de fractura según la clasificación tomográfica de Sanders, ya que utiliza el número de trazos para determinar el tipo de fractura (18), entonces siendo las fracturas de tipo IV de trazos conminuto, una

fractura así en una estructura tan pequeña, ¿No debería ser clasificada como conminuta aun cuando son 2 o 3 trazos? y ¿Qué implicancia tiene en la cirugía reconstructiva el tamaño del área de la faceta posterior, más aún al ser de dimensiones reducidas?. Estas son preguntas nuevas que surgen, lo que prestan a realizar mayores estudios con una muestra significativa.

En cuanto a uno de los ejes principales en la cirugía reconstructiva, en fracturas con depresión articular es vital el uso del tornillo interfragmentario o tornillo de tracción subcondral, siendo su función principal conservar la congruencia articular bajo el mecanismo de tracción, luego de la reducción (12), en consecuencia se midió la distancia que recorre dicho material de osteosíntesis, la que comprende desde la pared lateral, exactamente desde el arco medio del tálamo hasta el sustentáculo tali en sus $\frac{2}{3}$ posteriores, ya que a la evaluación macroscópica de la pieza se observa que dicha zona es de mayor espesor, llevándonos a inferir que dicha zona es la más adecuada como punto final del tornillo interfragmentario, para que de esa forma se puedan evitar lesiones de estructuras tendinosas y neurovasculares, tales como: flexor largo del primer dedo, flexor común de los dedos, arteria y/o nervio tibial posterior, nervios plantares mediales, entre otros (19). En nuestra muestra se obtuvo la media en $34.82\text{mm} \pm 3.29$, este valor sugiere que para nuestra población se puede utilizar tornillos con ese rango de longitud, así evitando lesionar las estructuras antes mencionadas. Se encontró sólo un estudio que midió una variable similar, a la que denominaron *Maximal transverse width*, con una media en $42.9\text{mm} \pm 4.0$ y $43.5\text{mm} \pm 4.0$ con diferenciación de las piezas en cuanto a la posición de derecha e izquierda (16) respectivamente, igualmente con medidas mucho mayores a la encontrada en nuestra muestra. Debido a la importancia ya mencionada del tornillo interfragmentario, en este estudio se buscó la dirección para la colocación de este, tratando de detallar mejor su orientación angular en el plano axial y coronal, debido a que en la descripción de la técnica quirúrgica para la aplicación del tornillo de tracción subcondral para la fijación del llamado fragmento constante (que viene a ser la porción sustentacular del calcáneo), menciona que se realiza desde lateral hacia anteromedial y la dirección es dividida en 03 planos: a) lateral a medial, b) posterior a anterior, y c) cefálico a

caudal (12). Nuestras variables angulares buscan complementar esta información de la siguiente manera: descripción de X° que es el valor del ángulo en grados sexagesimales, resultado de la recta que une la pared lateral y el sustentáculo tali con el eje formado por la intersección de la recta perpendicular trazada en el plano horizontal con respecto al eje del calcáneo, vista en el plano axial (Fig.3), obteniéndose una media de $19.62^\circ \pm 5.56$. De igual manera la descripción de $X1$ que es el ángulo en grados sexagesimales que se forma por la recta que une la pared lateral y el sustentáculo tali, con el eje formado por la intersección de la recta perpendicular trazada con respecto al eje del calcáneo en el plano coronal (Fig.4), resultando una media de $18.84^\circ \pm 5.16$. Con la información obtenida podemos plantear, que la dirección del tornillo de tracción subcondral es: a) lateral a medial, b) posterior a anterior en $19.62^\circ \pm 5.56$, y c) cefálico a caudal en $18.84^\circ \pm 5.16$, pero debe ser comprobada con estudios posteriores.

Finalmente este estudio hizo mediciones de las características estructurales del calcáneo, siendo en nuestro estudio de menores dimensiones comparado a otras poblaciones, tanto respecto a las longitudes como en el área de la faceta posterior, zona crítica para el manejo de las fracturas con depresión intra-articular, además se observó que las medidas de los ángulos de Böhler se encuentran en el límite inferior del rango de los valores normales y el ángulo Gissane no tiene mayor diferencia comparado a la bibliografía actual, y se planea el nuevo conocimiento de las direcciones en la colocación del tornillo interfragmentario, en ayuda de la técnica quirúrgica. Este estudio presta a seguir investigando y comprobar los resultados con estudios posteriores.

Bibliografía

1. Sarrafian S, Kelikian A. Ostology. In: Kelikian A. Anatomy of the Foot and Ankle. 3th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2011. p. 61-64.
2. Anderson R, Cohen B. Stress Fractures on the foot and ankle. In: Coughlin M, Saltzman C, Anderson R, Mann R. Mann's surgery of the foot and ankle. 1st ed. Philadelphia: Elsevier; 2014. p. 1703-4.
3. Banerjee R, Nickisch F, Easley M, DiGiovanni C. Foot injuries. In: Browner B, et al. Skeletal Trauma: Basic science, Management and Reconstruction. Philadelphia, 4th ed. Elsevier, 2009.p. 2626-69.
4. Herrera-Perez M, et al., Fracturas de calcáneo: controversias y consensos. Rev Pie Tobillo. 2016;30(1):1-12
5. Gotha H, Zide J. Current Controversies in Management of Calcaneus Fractures. Orthop Clin N Am, 2016: 1-13
6. Wang Z, et al. Minimally invasive (sinus tarsi) approach for calcaneal fractures. J Orthop Surg Res. 2016 Dec 23;11(1):164.
7. Iamsaard S, Uabudit S, Boonruangsri P, Sawatpanich T, Hipkaeo W. Types of facets on the superior articular surface of Isan-Thai dried calcanei. Int. J. Morphol. 2015, 33(4):1549-1552.
8. Sharada R, et al., Non-metrical study of the pattern of talar articular facets in south Indian dry calcanei. Surg Radiol Anat.2012; 34:487–491.
9. Jung-Han K, et al., Measurement of Normal Calcaneus in Korean Cadavers: A Preliminary Report. J Korean Foot Ankle Soc 2014;18(1):14-18.
10. Bonnel F. et al., Biometry of bone components in the talonavicular joint: A cadaver study. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research, 2011. 97.p. 66-73.
11. Cottom J, Barker J. Restoring the anatomy of calcaneal fractures: A simple technique with radiographic review. Foot and Ankle Specialist, vol. XX / no. X. 2016:1-2.

12. AO foundation. Calcaneus - Reduction & Fixation - ORIF - plate and screw fixation - Calcaneus, displaced body fractures - AO Surgery Reference [Internet]. Switzerland: Schatzker J, 2010 [citado 14 Dic 2016] Disponible en: <https://www2.aofoundation.org/wps/portal/surgery?showPage=diagnosis&bone=Foot&segment=Calcaneus>
13. Labronici P, et al., Safe localization for placement of percutaneous pins in the calcaneus. *Rev Bras Ortop.* 2012;47(4):455-9.
14. Gupta SC, Gupta CD, Arora AK. Pattern of talar articular facets in Indian Calcanei. *J Anat.* 1977; 24:651–55.
15. R. Banerjee, C. Saltzman, R.B. Anderson, F. Nickisch Management of calcaneal malunion *J Am Acad Orthop Surg*, 19 (2011), pp. 27–36.
16. Sakahue K. Sex Assessment from the Talus and Calcaneus of Japanese. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci.*,2011.Ser. D, 37,p. 35–48.
17. Otero JE, et al., There is poor reliability of Böhler’s angle and the crucial angle of Gissane in assessing displaced intra-articular calcaneal fractures. *Foot and Ankle Surgery*, 2015. p.1-5.
18. Sanders R, et al., Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res.* 1993 May; (290): 87-95.
19. Ishikawa S. Fractures and dislocations of the foot. In: Canale T, Beaty H. *Campbell's Operative Orthopaedics*. 12th ed. Elsevier; 2012. p. 4139-53

Tablas, gráficos y figuras

Tabla 1. Medidas biométricas de los 31 calcáneos que conforman nuestra muestra.

Calcáneos n=31	Media	SD	Máximo	Mínimo
Longitud máxima (mm)	67.14	4.51	77	60
Altura (mm)	40.11	3.4	45	35
Long. Pared lateral-ST (mm)	34.82	3.28	44	30
Ancho IA (mm)	20.95	1.99	26	17
Ancho IB (mm)	17.64	2.19	24	15
Ancho IIA (mm)	22.5	2	26	19
Ancho IIB (mm)	22.67	2.4	28	17
Ancho IIIA (mm)	20.61	2.45	27	17
Ancho IIIB (mm)	25.35	2.67	30	21

Tabla 2. Ángulos de Böhler y Gissane tomados en radiografía como en fotografía de los 31 calcáneos que conforman nuestra muestra.

Calcáneos n=31	Media	SD	Máximo	Mínimo
Böhler radiográfico (°)	25.45	4.8	38	19
Böhler fotográfico (°)	25.86	6.18	38.6	13.3
Gissane radiográfico (°)	122.9	5.81	136	110
Gissane fotográfico (°)	114.15	9.86	135.4	95

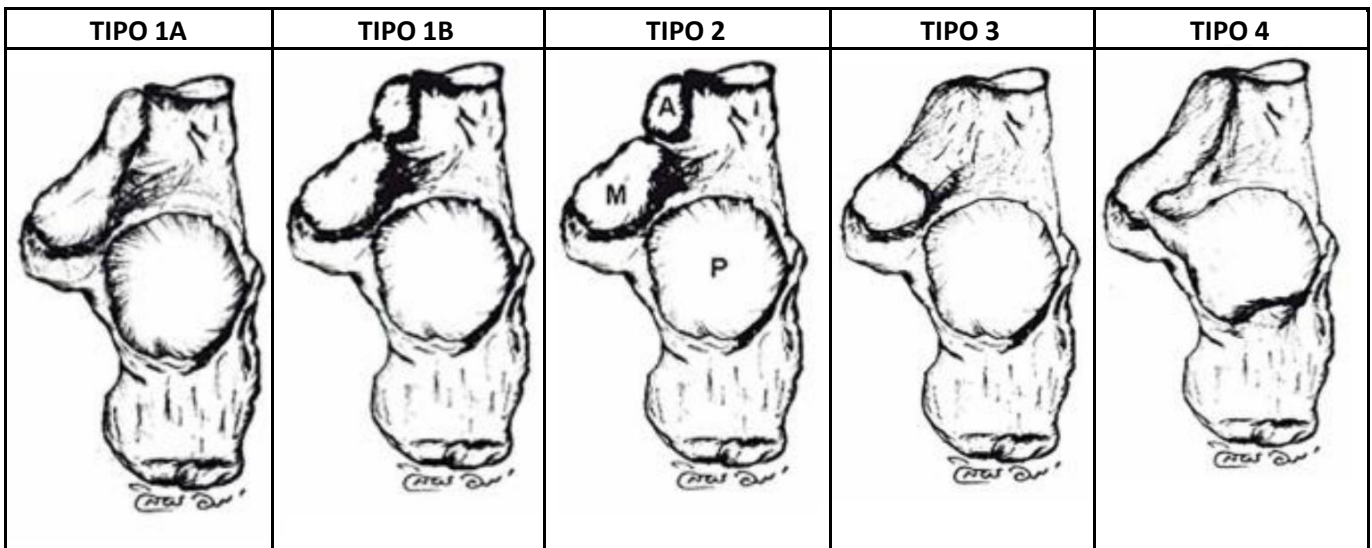
Tabla 3. Ángulos X° y X1° pertenecientes a la dirección del tornillo interfragmentario.

Calcáneos n=31	Media	SD	Máximo	Mínimo
X (°)	19.62	5.56	30.39	9.89
X1 (°)	18.84	5.15	27.35	8.25

Tabla 4. Área de la faceta posterior de los 31 calcáneos que conforman nuestra muestra.

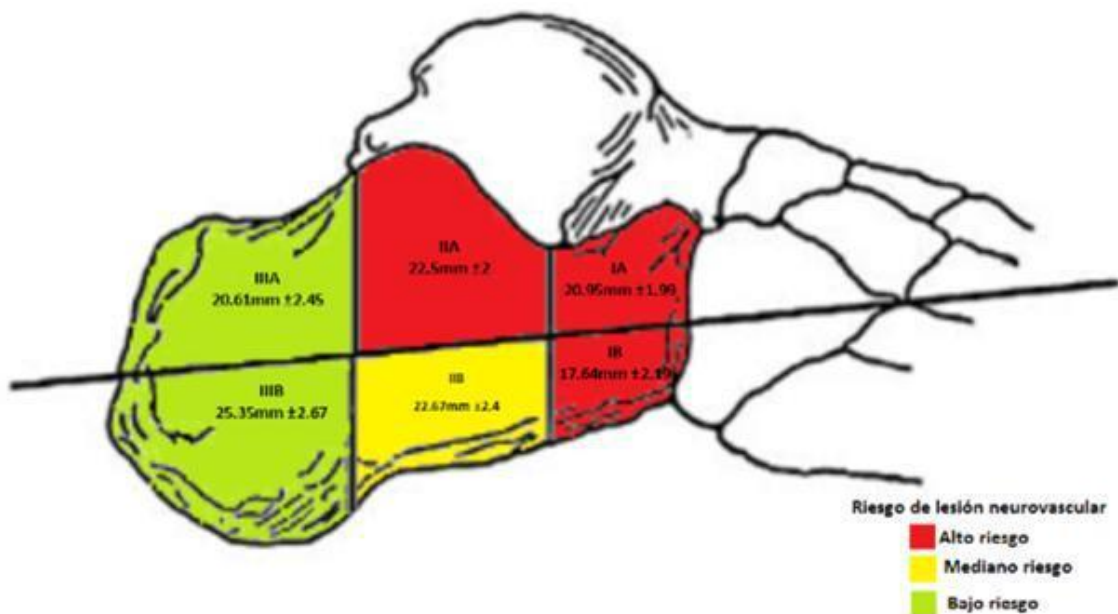
Calcáneos n=31	Media	SD	Máximo	Mínimo
Área de la faceta posterior	5.09	0.8	6.43	3.29

Gráfico 1. Variantes de las facetas de la superficie articular superior del calcáneo.



Modificado de Iamsaard S, Uabudit S, Boonruangsri P, Sawatpanich T, Hipkaeo W. Types of facets on the superior articular surface of Isan-Thai dried calcanei. *Int. J. Morphol.* 2015, 33(4):1549-1552.

Gráfico 2. Diagrama que muestra las seis zonas del calcáneo para calcular el riesgo de lesión en nervios, arterias y venas.



Modificado de: Albert M, Waggoner S, Smith J., Internal Fixation of Calcaneus Fractures: An Anatomical Study of Structures at Risk. *J Orthop Trauma.* 1995; 9(2):107-112.

Figura 1. Fotografía en vista lateral. Se indica con líneas azules la longitud, la altura y 06 zonas de seguridad (IA, IB, IIA, IIB, IIIA, IIIB) en la pieza ósea.

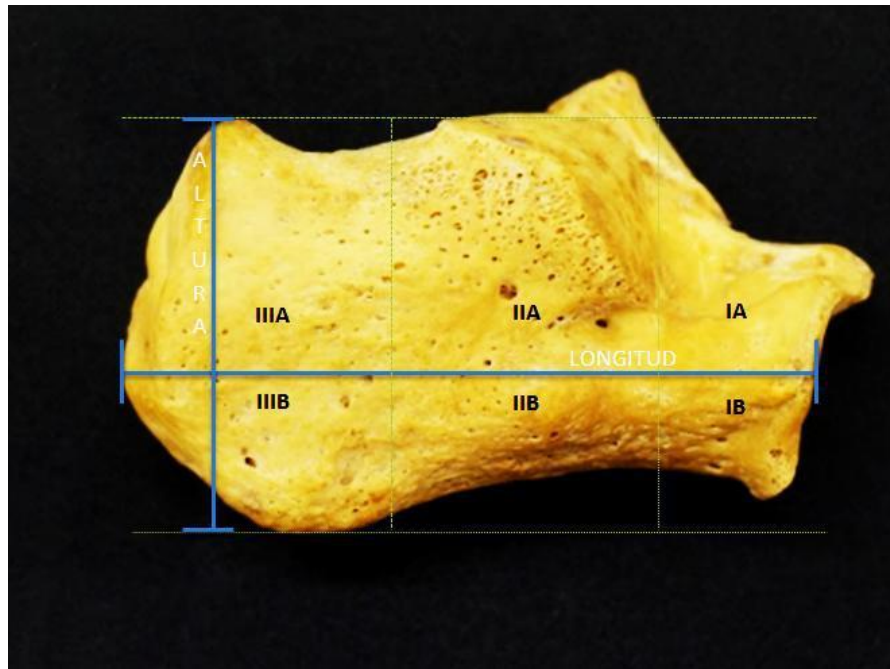


Figura 2. Fotografía en vista lateral. Ángulo de Böhler y Ángulo Crítico de Gissane medido en la pieza ósea.

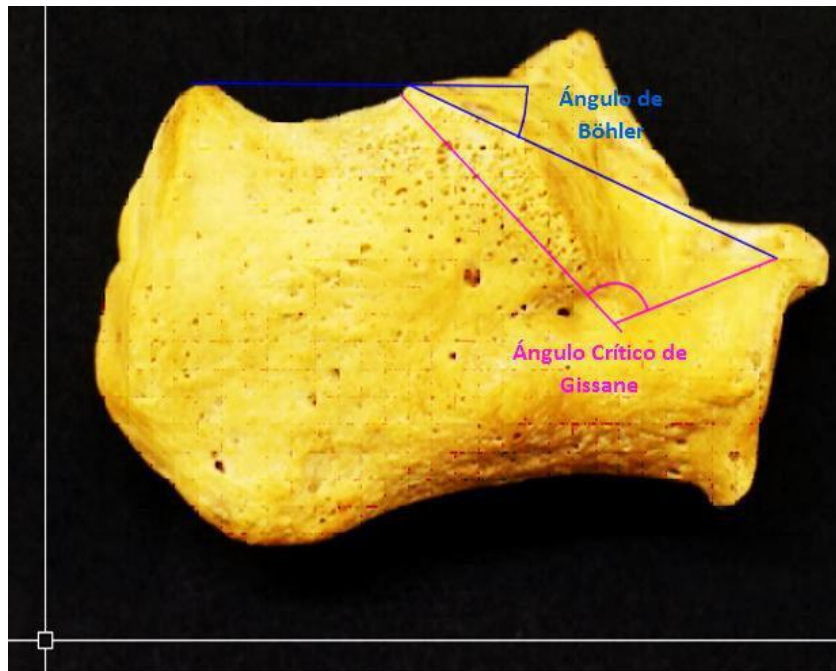


Figura 3. Ángulo X° – Flecha naranja describe la dirección de tornillo interfragmentario del

punto A al punto B (Posterior-Anterior) en el plano axial. Línea punteada describe el eje del calcáneo.

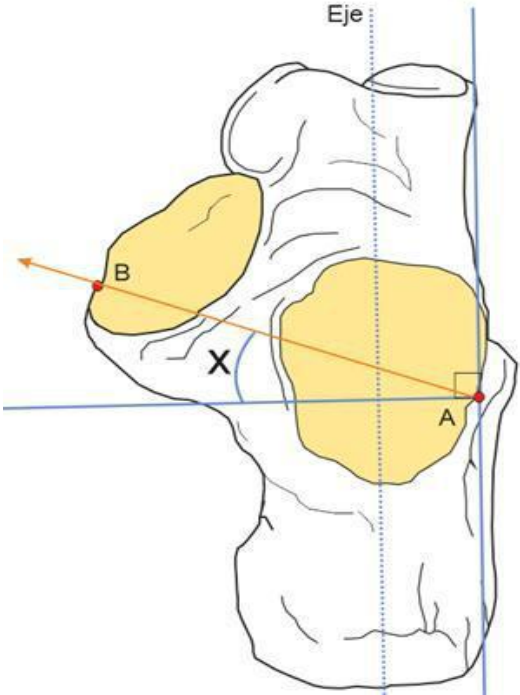


Figura 4. Ángulo X1 – Flecha naranja describe la dirección de tornillo interfragmentario del punto A al punto B (Cefálico-Caudal) en el plano coronal. Línea punteada describe el eje del calcáneo.

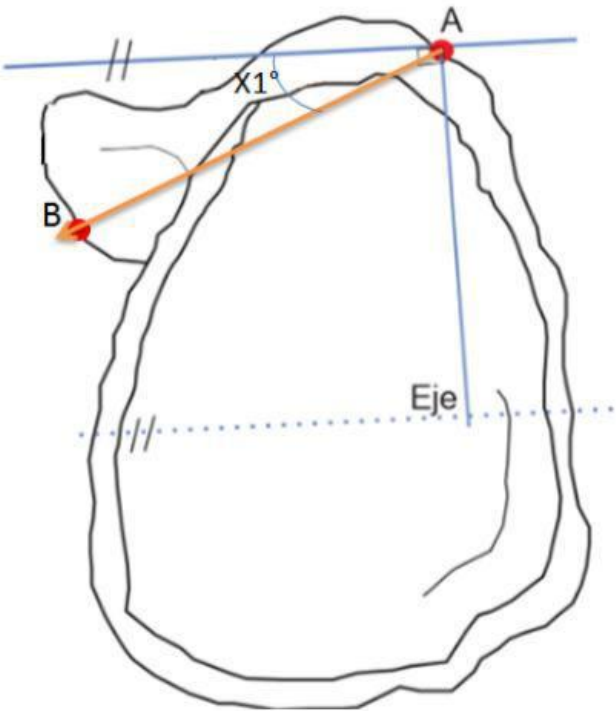


Figura 5. Fotografía en vista superior. Delimitación del área de la faceta posterior, en la pieza ósea.

