

Artículo original

Análisis imagenológico del calcáneo aplicada a la fijación interna de fracturas a través del abordaje del seno del tarso

Slullitel G,* Calvi J,* Calvo A,* Seletti M,* López V,* Álvarez V*

Instituto de Ortopedia y Traumatología «Dr. Jaime Slullitel»

RESUMEN. *Objetivo:* La técnica a través del abordaje del seno del tarso (AST), se ha convertido en una opción cada vez más popular para el tratamiento de las fracturas de calcáneo. A pesar de los buenos resultados reportados, las complicaciones relacionadas con la fijación interna no han sido analizadas aún. A través de mediciones en tomografías computadas con reconstrucción 3D (TC) hemos planteado el objetivo de realizar una descripción del calcáneo aplicada al uso de osteosíntesis en fracturas de dicho hueso. *Métodos:* Se obtuvieron, retrospectivamente, 24 estudios de TC de 22 pacientes consecutivos que presentaban calcáneos sanos sin antecedente de cirugía ni fractura, 18 hombres y cuatro mujeres, 14 derechos y 10 izquierdos. La edad promedio fue de 45.8 (rango: 19-79) años. Se realizaron mediciones del ancho y largo de tornillos que se necesitarían para fijar una fractura de calcáneo con un montaje predefinido. *Resultados:* Los resultados están enfocados en mediciones obtenidas de imágenes de TC, las cuales ayudarían al cirujano a un correcto posicionamiento, angulación y largo de los tornillos necesarios para la fijación interna de fracturas de calcáneo. *Conclusión:* Este estudio describe una serie de mediciones del calcáneo que resultan de utilidad para la fijación interna de fracturas de calcáneo a través del AST. Su propósito es minimizar las complicaciones derivadas del uso de osteosíntesis en estas fracturas.

ABSTRACT. *Objective:* The mini-invasive technique, through a sinus tarsi approach (STA), has become an increasingly popular choice for the treatment of calcaneal fractures. However, despite the good results reported, the complications related with internal fixation have not yet been analyzed. Using 3D reconstruction CT scans, we proposed doing biometric description of the calcaneus with the purpose of performing osteosynthesis as treatment for calcaneal fractures. *Methods:* A total of 24 CT scans were retrospectively obtained from 22 consecutive patients with healthy calcanei and no history of surgery or fracture. They included 18 males and 4 females; 14 right and 10 left calcanei. Mean age was 45.8 (range 19-79). The width and length of the screws needed to fix a calcaneal fracture with a predefined montage were measured. *Results:* The results focus on biometric measurements obtained from CT scans that may help surgeons achieve proper positioning, angulation and length of the screws needed for the internal fixation of calcaneal fractures. *Conclusion:* This study describes a series of biometric calcaneal measurements that are useful for the internal fixation of calcaneal fractures using a sinus tarsi approach. The purpose is to minimize the complications resulting from osteosynthesis to treat these fractures.

Nivel de evidencia: IV. Serie de casos

* Médico Ortopedista del Instituto de Ortopedia y Traumatología Dr. Jaime Slullitel.

Dirección para correspondencia:

Juan Calvi

Instituto de Ortopedia y Traumatología «Dr. Jaime Slullitel»

San Luis 2534, 2000 Rosario, Santa Fe, Argentina. Tel y Fax: +5403415259400

E-mail: gslullitel@yahoo.com.ar

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

Palabras clave: Calcáneo, análisis, fijación interna, abordaje seno del tarso.

Key words: Calcaneus, analysis, internal fixation, surgical approach.

Introducción

Las fracturas de calcáneo son las lesiones más frecuentes de los huesos del tarso y representan aproximadamente de 1 a 2% de todas las fracturas del cuerpo humano. De todas las fracturas de calcáneo, alrededor de 75% son intraarticulares, comprometiendo a la articulación subastragalina.¹

La técnicas miniinvasivas, a través del abordaje del seno del tarso (AST), se han convertido en los últimos años en una opción cada vez más popular entre los cirujanos de pie y tobillo.^{2,3,4,5,6,7,8,9,10} A pesar de los buenos resultados obtenidos tanto clínicos como radiológicos, publicados en la literatura actual, las complicaciones relacionadas con el uso inadecuado o impreciso de la fijación interna (tornillos intraarticulares, exceso de longitud, mal posicionamiento, etcétera) no han sido analizadas aún.

El abordaje a través de incisiones mínimas para resolver una fractura de calcáneo necesita un conocimiento de la anatomía del calcáneo, así como de referencias anatómicas y medidas para evitar complicaciones con la fijación interna.

Existe poca información imagenológica del calcáneo en la bibliografía actual. Los tratados clásicos de anatomía no reportan longitudes y la escasa información publicada consiste principalmente en mediciones angulares realizadas en piezas cadavéricas o sobre radiografías.^{11,12}

A través de mediciones en tomografías computadas con reconstrucción 3D (TC) hemos planteado el objetivo de llevar a cabo una descripción imagenológica del calcáneo aplicada al uso de osteosíntesis en fracturas de dicho hueso.

Métodos

El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética local. Entre Octubre y Diciembre de 2014 se obtuvieron, retrospectivamente, 24 estudios de TC de 22 pacientes consecutivos que presentaban calcáneos sanos sin antecedente de cirugía ni fractura, 18 hombres y cuatro mujeres, 14 derechos y 10 izquierdos. La edad promedio fue de 45.8 (rango: 19-79) años (Tabla 1).

Se planteó un montaje de osteosíntesis basado en los tres fragmentos principales (Figura 1) que se deben fijar en fracturas de calcáneo: (1) la tuberosidad anterior (incluyendo la articulación calcáneo-cuboidea), (2) el segmento talámico (incluyendo la faceta articular subastragalina) y (3) la tuberosidad posterior. Este montaje teórico es el más difundido en el tratamiento de las fracturas mediante el AST.

Dicho montaje está constituido por una serie de tornillos precisamente posicionados para la correcta fijación de todos los fragmentos involucrados. El primer paso estaría destinado a la reducción y fijación de la faceta posterior de la articulación subastragalina (SA) (dos o tres tornillos paralelos

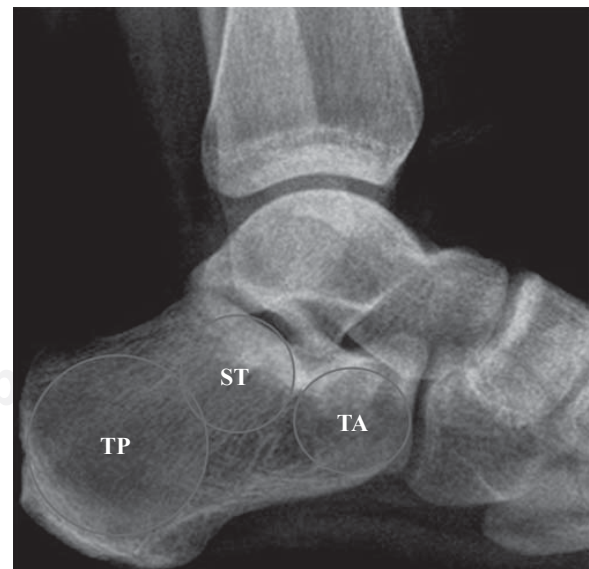
a la superficie articular). Luego, de estar presente, se fijaría el fragmento articular anterior (articulación calcáneo-cuboidea) (un tornillo en el ancho mayor de esta tuberosidad). Una vez reducidos ambos fragmentos articulares, se procedería a solidarizar la tuberosidad posterior con el fragmento talámico y la tuberosidad anterior restituyendo la longitud, declinación y valgo del calcáneo (dos o tres tornillos).

Se realizaron mediciones adicionales en el cuerpo del calcáneo, que pueden ser necesarias en determinados patrones de fractura.

Se utilizó un localizador bidimensional provisto por el *software* del equipo tomográfico para la correcta ubicación de la zona a medir. Se obtuvieron las siguientes medidas (Figura 2) en el plano coronal según el posicionamiento sagital que se detalla: (1) a nivel de la unión del tercio proximal con el tercio medio de la carilla articular posterior (con una inclinación caudocefálica promedio de 5°); (2) a nivel de la unión del tercio medio con el tercio distal de la carilla articular posterior; (3) a nivel del vértice del ángulo de Gissane (con una inclinación

Tabla 1. Datos demográficos.

Datos demográficos	Número de casos
Sexo (M/F)	19/5
Edad (años)	45.8 (rango, 19-79)
Lado (der./izq.)	14/10



TP = Tuberosidad posterior, ST = Segmento talámico, TA = Tuberosidad anterior.

Figura 1: Rx calcáneo, perfil. Se detallan las tres regiones principales a ser fijadas en el tratamiento de las fracturas.

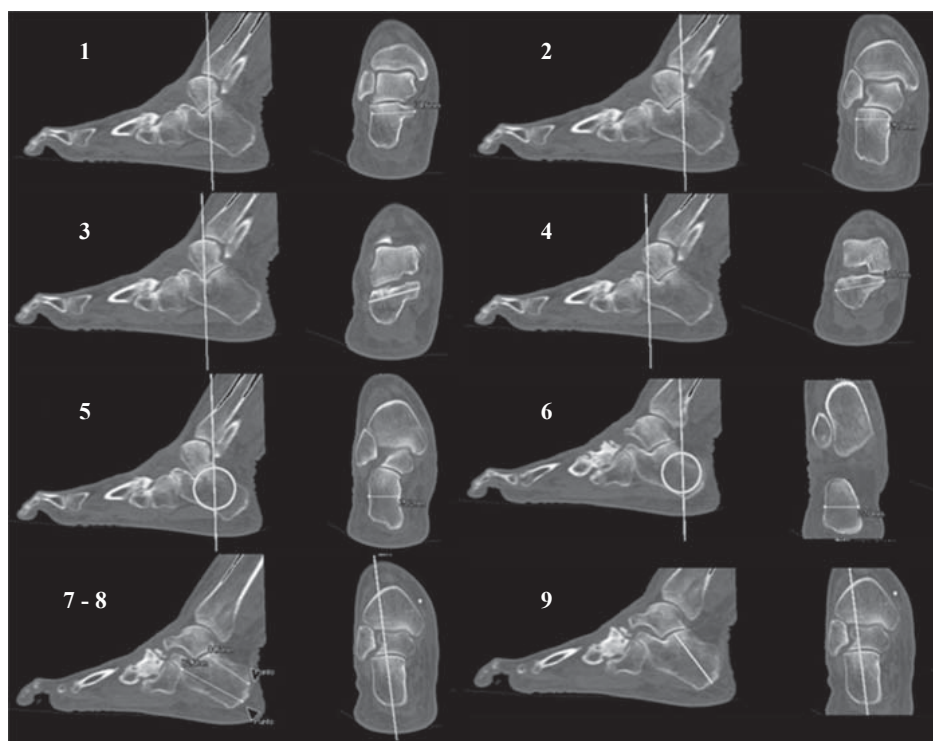


Figura 2.

Ubicación de los puntos desde donde fueron tomadas las mediciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

caudocefálica promedio de 22°); (4) a nivel de la parte media de la tuberosidad anterior (teniendo en cuenta una inclinación caudocefálica de 10°). Adicionalmente, se registraron estas otras dos medidas que suelen ser utilizadas: (5) en el punto medio teórico del cuerpo del calcáneo determinado por el centro de una línea imaginaria tangencial al reborde posterior de la carilla articular posterior y (6) en el ancho promedio de la tuberosidad posterior, determinado por el centro de una línea imaginaria a nivel del punto más plantar del calcáneo. A continuación, se tomaron las siguientes medidas en el plano sagital, según el posicionamiento coronal que se detalla: (7) desde la unión del tercio superior con el tercio medio de la cara posterior del calcáneo hacia el centro de la faceta posterior de la articulación SA; (8) desde la unión del tercio distal y medio hacia el centro de la carilla articular calcáneo-cuboidea; y (9) desde este último punto hacia el centro de la faceta posterior de la articulación SA.

Cada medición fue realizada en dos oportunidades diferentes por los dos autores. La diferencia entre observadores estuvo en un rango entre 1.0 mm y 1.8 mm; las mediciones son consideradas válidas dada la poca diferencia encontrada.

Resultados

Se obtuvieron los siguientes resultados en el plano coronal, según el posicionamiento sagital: (1) a nivel de la unión del tercio proximal con el tercio medio de la carilla articular posterior: 3.40 ($DE \pm 0.4$)/(rango: 4.5-2.8) cm; (2) a nivel de la unión del tercio medio con el tercio distal de la carilla articular posterior: 2.93 ($DE \pm 0.34$)/(rango: 3.8-2.5) cm; (3) a nivel del vértice del ángulo de Gissane: 4.55 ($DE \pm 0.36$)/(rango: 5.1-4) cm; (4) a

nivel de la parte media de la tuberosidad anterior: 4.19 ($DE \pm 0.45$)/(rango: 5-3.6) cm; (5) en el punto medio teórico del cuerpo del calcáneo: 2.93 ($DE \pm 0.43$)/(rango: 3.9-2.4) cm y (6) ancho promedio de la tuberosidad posterior: 2.81 ($DE \pm 0.5$)/(rango: 4-2.3) cm. En el plano sagital, según el posicionamiento coronal: (7) desde la unión del tercio superior con el tercio medio de la cara posterior del calcáneo hacia el centro de la faceta posterior de la articulación SA: 4.9 ($DE \pm 0.5$)/(rango: 5.9-4) cm; (8) desde la unión del tercio distal y medio hacia el centro de la carilla articular calcáneo-cuboidea: 6.55 ($DE \pm 0.59$)/(rango: 7.8-5.6) cm y (9) desde este último punto hacia el centro de la faceta posterior de la articulación SA: 5.27 ($DE \pm 0.43$)/(rango: 6-4.6) cm.

Discusión

Los estudios publicados en la literatura acerca del calcáneo resultan escasos y utilizan métodos de medición de relativa precisión.^{11,12} Los clásicos tratados de anatomía no reportan longitudes y la información existente trata de mediciones lineales y angulares llevadas a cabo en piezas óseas disecadas o en radiografías. Más escasa aun es la existencia de información del calcáneo aplicada a la fijación interna de las fracturas.^{11,12}

Este trabajo describe una serie de mediciones del calcáneo que resultan de utilidad para su fijación interna a través del abordaje miniinvasivo del seno del tarso y aporta algunos valores teóricos que el cirujano debe tener en mente mientras opera estas fracturas.

El montaje que se utiliza tiene como fin lograr la fijación de todos los fragmentos involucrados en la fractura para restituir la congruencia articular, longitud, ancho, declinación y valgo del calcáneo. Esto se logra habitualmente con el uso de tornillos so-

los o placas y tornillos. Cada uno de estos elementos de osteosíntesis tiene una posición específica para cumplir su función.

Basado en los resultados satisfactorios de investigaciones recientes,^{2,10} este abordaje cada vez más usado impresiona ser una opción válida y segura en el tratamiento de las fracturas de calcáneo. A pesar de la limitada exposición, Nosewicz y sus colaboradores⁸ observaron que este abordaje provee control visual suficiente y permite una muy buena o excelente reducción de la faceta posterior. Gupta y su grupo¹³ también encontraron una reducción anatómica aceptable de la faceta posterior en controles tomográficos postoperatorios. Kurozumi y sus colegas¹⁴ reportaron, así mismo, una reducción satisfactoria en 88% de sus pacientes controlados con TC.

De acuerdo con Kline y su equipo,⁷ los resultados fueron similares entre fracturas de calcáneo tratadas con abordaje extendido y con AST. Sin embargo, el AST tuvo una incidencia significativamente menor de complicaciones de la herida y necesidad de una segunda intervención; con ello, se transforma en un método valioso para el tratamiento de las fracturas intraarticulares.⁷

Otra ventaja encontrada fue la menor cantidad de osteosíntesis necesaria comparada con las técnicas de abordajes extendidos.⁸

Según los reportes en la literatura, tanto en procedimientos abiertos como cerrados existe una alta tasa de lesión de la articulación subastragalina por el hecho de ser una superficie ondulada. El estudio de Janzen y sus colaboradores¹⁵ reportó 24% (ocho de 33 pacientes) de tornillos intraarticulares, documentado con cortes TC. Aun en un estudio retrospectivo de estos pacientes, los tornillos con compromiso intraarticular no eran vistos en radiografías convencionales. Otra complicación es el traspaso de la cortical medial, con el potencial peligro de dañar o irritar el FHL, FDL o el nervio plantar medial.¹¹

Nosewicz y su grupo⁸ realizaron el retiro de osteosíntesis en 11/22 fracturas (50%) a los 13 ± 7 (rango: 4 a 24) meses de postoperatorio; en seis pacientes por molestias relacionadas con la placa de osteosíntesis y en cinco por tornillos protruyentes. Aparte de lo detallado anteriormente, no se ha encontrado mayor información sobre cuál era la posición o cuál fue el tornillo que hubo que retirar.

Teniendo en cuenta estos hallazgos, en este trabajo procuramos sistematizar la colocación de tornillos en la fractura de calcáneo, intentando definir sitio, angulación y longitud de los tornillos con el propósito de minimizar las complicaciones derivadas del uso de osteosíntesis.

Sabemos que existen limitaciones en cuanto a la posibilidad de sistematizar la colocación de los tornillos. Entre ellas debemos mencionar que no siempre es posible obtener una medición exacta intraquirúrgica dado que algunos tornillos se colocan de manera percutánea; esto dificulta una correcta introducción del medidor y/o corroborarla mediante intensificador de imágenes. Otro obstáculo está dado por el tiempo de evolución de la fractura, que puede dificultar la restitución de la morfología normal del calcáneo. También el patrón de fractura y el grado de conminución pueden dificultar la correcta colocación de los tornillos. Finalmente, el posicionamiento del paciente en la mesa quirúrgica juega un rol importante, pues puede ayudar o entorpecer la toma de buenas imágenes.

Es crucial no olvidar que estas mediciones presentan variaciones anatómicas relacionadas con el sexo, la edad y la etnia. Se requeriría una base de datos mayor a fin de corroborar las conclusiones de estos resultados.

Conclusión

Este estudio describe una serie de mediciones del calcáneo que resultan de utilidad para la fijación interna de fracturas de calcáneo a través del AST. Su propósito es minimizar las complicaciones derivadas del uso de osteosíntesis en estas fracturas.

Conflicto de intereses

Cada autor certifica que ni él ni ningún miembro de su familia inmediata tienen fondos o asociaciones comerciales que puedan suponer un conflicto de intereses en relación con el artículo remitido.

Bibliografía

1. Jiang N, Lin QR, Diao XC, Wu L, Yu B: Surgical versus nonsurgical treatment of displaced intra-articular calcaneal fracture: a meta-analysis of current evidence base. *Int Orthop*. 2012; 36(8): 1615-22.
2. Xia S, Lu Y, Wang H, Wu Z, Wang Z: Open reduction and internal fixation with conventional plate via L-shaped lateral approach versus internal fixation with percutaneous plate via a sinus tarsi approach for calcaneal fractures — A randomized controlled trial. *Int J Surg*. 2014; 12(5): 475-80.
3. Zhang T, Su Y, Chen W, Zhang Q, Wu Z, Zhang Y: Displaced intra-articular calcaneal fractures treated in a minimally invasive fashion: longitudinal approach versus sinus tarsi approach. *J Bone Joint Surg Am*. 2014; 96(4): 302-9.
4. Abdelazeem A, Khedr A, Abousayed M, Seifeldin A, Khaled S: Management of displaced intra-articular calcaneal fractures using the limited open sinus tarsi approach and fixation by screws-only technique. *Int Orthop*. 2014; 38(3): 601-6.
5. Kikuchi C, Charlton TP, Thordarson DB: Limited sinus tarsi approach for intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Int*. 2013; 34(12): 1689-94.
6. Xia S, Wang X, Lu Y, Wang H, Wu Z, Wang Z: A minimally invasive sinus tarsi approach with percutaneous plate and screw fixation for intra-articular calcaneal fractures. *Int J Surg*. 2013; 11(10): 1087-91.
7. Kline AJ, Anderson RB, Davis WH, Jones CP, Cohen BE: Minimally invasive technique versus an extensile lateral approach for intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int*. 2013; 34(6): 773-80.
8. Nosewicz T, Knupp M, Barg A, Maas M, Bolliger L, Goslings JC, et al: Mini-open sinus tarsi approach with percutaneous screw fixation of displaced calcaneal fractures: a prospective computed tomography-based study. *Foot Ankle Int*. 2012; 33(11): 925-33.
9. Schepers T: The sinus tarsi approach in displaced intra-articular calcaneal fractures: a systematic review. *Int Orthop*. 2011; 35(5): 697-703.
10. Hospodar P, Guzman C, Johnson P, Uhl R: Treatment of displaced calcaneus fractures using a minimally invasive sinus tarsi approach. *Orthopedics*. 2008; 31(11): 1112.
11. Phisitkul P, Sullivan JP, Goetz JE, Marsh JL: Maximizing safety in screw placement for posterior facet fixation in calcaneus fractures: a cadaveric radio-anatomical study. *Foot Ankle Int*. 2013; 34(9): 1279-85.
12. Bonnel F, Teissier P, Colombier JA, Toullec E, Assi C: Biometry of the calcaneocuboid joint: biomechanical implications. *Foot Ankle Surg*. 2013; 19(2): 70-5.
13. Gupta A, Ghalambor N, Nihal A, Trepman E: The modified Palmer lateral approach for calcaneal fractures: wound healing and postoperative computed tomographic evaluation of fracture reduction. *Foot Ankle Int*. 2003; 24: 744-753.
14. Kurozumi T, Jinno Y, Sato T, Inoue H, Aitani T, Okuda K: Open reduction for intraarticular calcaneal fractures: evaluation using computed tomography. *Foot Ankle Int*. 2003; 24: 942-8.
15. Janzen DL, Connell DG, Munk PL, Buckley RE, Meek RN, Schechter MT: Intraarticular fractures of the calcaneus: value of CT findings in determining prognosis. *AJR Am J Roentgenol*. 1992; 158: 1271-4.