



ORIGINAL

Fracturas intraarticulares de calcáneo tratadas quirúrgicamente: ¿qué nos aporta la tomografía computarizada postoperatoria?

J. Ojeda-Jiménez^{a,b}, D. Rendón-Díaz^{a,b}, P. Martín-Vélez^a, D. González-Martín^a, J. Boluda-Mengod^a, M. Méndez-Ojeda^a, J.L. Pais-Brito^{a,c} y M. Herrera-Pérez^{a,b,c,*}

^a Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario de Canarias, Tenerife, España

^b Unidad Docente Acreditada de Pie y Tobillo, Hospital Universitario de Canarias, Tenerife, España

^c Facultad de Medicina, Universidad de La Laguna, Tenerife, España

Recibido el 2 de enero de 2020; aceptado el 14 de junio de 2020

Disponible en Internet el 10 de agosto de 2020



PALABRAS CLAVE

Fracturas articulares de calcáneo;
Tratamiento quirúrgico;
TC postoperatoria

Resumen

Introducción: Actualmente existe gran controversia sobre el tratamiento ideal de las fracturas articulares de calcáneo. El objetivo de este estudio es determinar la utilidad de la tomografía computarizada (TC) postoperatoria.

Pacientes y métodos: Estudio retrospectivo descriptivo de pacientes intervenidos en el período 2007 a 2015 en nuestro centro. Se recogieron variables epidemiológicas, datos específicos de la fractura, intervención quirúrgica, así como resultados y complicaciones. La evaluación radiológica se realizó mediante radiología simple (ángulo de Böhler) y TC coronal (congruencia de subastragalina posterior). Para los resultados funcionales utilizamos la escala AOFAS de retro pie y la escala EVA para el nivel de dolor.

Resultados: Incluimos 46 fracturas en 43 pacientes (tres bilaterales). Treinta y cinco eran varones y ocho mujeres, con una edad promedio de 42 años (18-79) y un seguimiento medio de 57,39 meses (33-129). La TC preoperatoria se realizó en todos los casos, de los que 11 fueron Sanders II, 23 tipo III y 12 tipo IV. El TC postoperatorio solo se realizó en 17 casos. La reducción de la subastragalina posterior medida por TC fue satisfactoria (escalón articular < 2 mm) en 12 casos. El ángulo de Böhler prequirúrgico promedio fue de $6,45 \pm 10,21$ ([−22]-25) y el posquirúrgico de $20,46 \pm 7,09$ (4-38). La artrosis subastragalina se desarrolló en 19 casos (sintomática en 12) y la artrosis calcáneo-cuboidea en seis (solo uno sintomático). El AOFAS fue de $74,28 \pm 18,98$ (27-100) y el EVA de $4,14 \pm 2,98$ (2-9). Resultó estadísticamente significativo un TC con escalón inferior a 2 mm con mayor resultado en la escala AOFAS (77,17 puntos de promedio), así como menor EVA de promedio (2,83) ($p = 0,002$). Respecto al Böhler, resultó significativa la relación de un ángulo > 20° posquirúrgico con mayor AOFAS (80,82) y menor EVA (3,18) ($p = 0,001$). La búsqueda bibliográfica obtuvo un total de 117 artículos que cumplieron los criterios de búsqueda, de los cuales solo 29 solicitaron TC postoperatorio.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: herrera42@gmail.com (M. Herrera-Pérez).

Conclusiones: La TC postoperatoria es la mejor técnica para corroborar la correcta reducción de la superficie articular subastragalina, sin embargo, su indicación no está universalmente aceptada.

© 2020 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Intra-articular calcaneal fractures;
Surgical treatment;
Postoperative CT scan

Surgically treated calcaneal joint fractures: what does postoperative computed tomography give us?

Abstract

Introduction: There is currently great controversy about the ideal treatment of intraarticular calcaneal fractures. The objective of this study is to determine the usefulness of postoperative computed tomography (CT).

Patients and methods: We conducted a retrospective descriptive study of patients operated on in the period 2007 to 2015 in our center. Epidemiological variables, specific fracture data, surgical intervention as well as results and complications were collected. The radiological evaluation was performed using simple radiology (Böhler angle) and coronal CT (congruence of posterior subtalar joint). For the functional results we use the AOFAS hindfoot scale and the EVA scale for the level of pain.

Results: We included 46 fractures in 43 patients (three bilateral). Thirty-five were male and eight female, with an average age of 42 years (18-79) and an average follow-up of 57.39 months (33-129). Preoperative CT was performed in all cases, of which 11 were Sanders II, 23 type III and 12 type IV. Postoperative CT was only performed in 17 cases. The subsequent subtalar reduction measured by CT was satisfactory (articular step < 2 mm) in 12 cases. The average presurgical Böhler angle was 6.45 ± 10.21 ([−22]-25) and the post-surgical angle of 20.46 ± 7.09 (4-38). Subtalar osteoarthritis developed in 19 cases (symptomatic in 12) and calcaneo-cuboid osteoarthritis in six cases (only one symptomatic). The AOFAS was 74.28 ± 18.98 (27-100) and the EVA was 4.14 ± 2.98 (2-9). A CT scan with a step of less than 2 mm was statistically significant, with a higher result on the AOFAS scale (77.17 average points) as well as lower EVA on average (2.83) ($p = 0.002$). Regarding the Böhler, it was statistically significant the relationship of an angle > 20° post-surgical with higher AOFAS (80.82) and lower VAS (3.18) ($p = 0.001$). The literature search obtained a total of 117 articles that met the search criteria, of which only 29 requested postoperative CT.

Conclusions: The indication of postoperative CT in patients operated by intraarticular calcaneal fracture is the best technique to corroborate the correct reduction of the subtalar joint surface, although it is not universally accepted, according to the literature.

© 2020 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Las fracturas de calcáneo son las más frecuentes del tarso y hasta el 75% tienen extensión articular. La gran mayoría se produce en varones jóvenes en el entorno laboral, con el consecuente impacto socioeconómico resultante. Independientemente del método de tratamiento empleado, las fracturas de calcáneo son lesiones altamente incapacitantes^{1,2}.

Existen pocos tópicos en la traumatología que hayan suscitado tanta controversia como el tratamiento definitivo de las fracturas articulares de calcáneo desplazadas. Históricamente tratadas en forma conservadora, los avances experimentados en los últimos años en la evaluación preoperatoria, métodos de imagen y técnica quirúrgica han cambiado el paradigma, abogando la mayoría de los autores por el tratamiento quirúrgico, siendo la evidencia que apoya el tratamiento conservador de estas fracturas escasa

y con un grado de recomendación insuficiente³⁻⁶. La literatura muestra que los peores resultados se dan en fracturas desplazadas y conminutas, reducciones quirúrgicas imprecisas de la articulación subastragalina, varones mayores de 50 años y pacientes que realizan trabajos pesados, además de pacientes en litigio laboral⁴. Por ende, los mejores resultados se obtienen en pacientes mujeres, jóvenes, que no realicen trabajo pesado y con un trazo fracturario simple⁷. Aun así, la evidencia que apoya el tratamiento quirúrgico sigue siendo moderada (grado de recomendación B según la medicina basada en la evidencia).

La artrosis subastragalina secundaria a fractura de calcáneo es probablemente de origen multifactorial, teniendo gran importancia el daño cartilaginoso producido en el momento del impacto, así como la incongruencia o la presencia de escalón articular. Es clásico el límite de 2 mm de escalón articular para indicar el tratamiento quirúrgico de una fractura articular, sin embargo, en fracturas con

Tabla 1 Variables epidemiológicas

Pacientes	n = 43
Edad	42,12 ± 11,65 (18-79)
Sexo (hombre/mujer)	34 (80,49%)/9 (19,51%)
Diabetes	3 pacientes
Fumador	7 pacientes
Corticoterapia	1 paciente
Politraumatizado	8 pacientes
Ingreso (días)	19,68 ± 6,97 (2-100)

mínimo desplazamiento en las que no se haya realizado un estudio por tomografía computarizada (TC), este límite de 2 mm es imposible de determinar por radiología simple, y podría explicar cómo, en fracturas secundarias a mecanismos lesionales aparentemente de baja energía, observamos cambios radiológicos degenerativos en los primeros 2-3 años, no siempre con repercusión clínica. En definitiva, la radiología simple no detecta mínimas incongruencias articulares. Sin embargo, si bien existe consenso en la literatura sobre la indicación de la tomografía computarizada (TC) antes de la cirugía para la planificación quirúrgica adecuada, la TC postoperatoria que verifique la ausencia de escalón articular no está universalmente aceptada.

El objetivo de nuestro estudio es valorar la utilidad la TC postoperatoria en las fracturas articulares de calcáneo tratadas quirúrgicamente. La hipótesis de trabajo es que la TC postoperatoria, si bien no es imprescindible, es muy útil a la hora de valorar la calidad de reducción de la articulación subastragalina (difícil de demostrar con la radiología convencional).

Pacientes y método

Estudio retrospectivo descriptivo de pacientes intervenidos en un hospital universitario de tercer nivel en el período 2007 a 2015. El estudio contó con la aprobación del Comité Ético del centro. Los siguientes fueron los *criterios de inclusión*:

- Fractura articular de calcáneo intervenida quirúrgicamente.
- Ausencia de lesión previa en el pie y/o tobillo que alterara resultados funcionales.
- Firma del consentimiento informado.

Como *criterios de exclusión* definimos:

- Pérdida de seguimiento.
- Negativa a participar en este estudio.

Se recogieron variables epidemiológicas, datos específicos de la fractura y de la intervención quirúrgica (**tablas 1 y 2**). Para la clasificación de las fracturas utilizamos la *clasificación de Sanders*, basada en la valoración mediante TC coronal de la faceta posterior subastragalina, según el número de fragmentos de esta faceta desplazados más de 2 mm. Es una clasificación ampliamente estudiada y, a pesar de que se ha criticado su alta variabilidad intra e interobservador, sigue siendo la clasificación de referencia⁸⁻¹².

Tabla 2 Datos de la fractura

Fracturas	n = 46
Abierta	3
Luxación	-
TC preoperatoria disponible	46
Sanders II	11
Sanders III	23
Sanders IV	12
Hundimiento de subastragalina posterior (mm)	10,14 ± 5,76 (2-20)
Demora quirúrgica (días)	14,67 ± 4,52 (0-90)
Tratamiento	31
Reducción abierta y fijación interna con abordaje en «L»	21
Reducción abierta y fijación interna con abordaje del seno del tarso	10
Reducción cerrada y fijación percutánea con tornillos	15
Sustitutos óseos	12
Fosfato cálcico	10
Matriz ósea	2
Esponjosa (aloinjerto/autoinjerto)	-

Además, ha sido demostrado su valor pronóstico para predecir la artrodesis subastragalina (5,5 veces más probabilidad determinar en artrodesis subastragalina el tipo Sanders IV que el Sanders II)¹².

A la hora de evaluar el resultado radiológico de nuestra intervención quirúrgica, calculamos el *ángulo de Böhler* en la radiología simple en todos los casos y el hundimiento o la presencia de escalón mayor a 2 mm (*incongruencia*) en la subastragalina posterior mediante TC en los pacientes en los que la radiología simple mostraba dudas sobre la reducción anatómica. Además, registramos con radiología simple y confirmamos con TC la presencia de signos radiológicos de artrosis subastragalina y/o calcaneocuboidea en el seguimiento. Respecto a los resultados funcionales, utilizamos la escala AOFAS para retropié y tobillo (escala funcional de la Asociación Americana de Cirugía de Pie y Tobillo, que va de 0 a 100 puntos) y la Escala EVA (Escala Visual Analógica) para el registro del dolor.

Análisis estadístico

Los datos recogidos fueron vertidos en una base de datos y se analizaron con el programa SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences* de IBM; Chicago, Illinois, EE. UU.). Las asociaciones estadísticas se determinaron mediante el test exacto de Fischer y/o χ^2 (variables cualitativas) y la t de Student (variables cuantitativas) según sea el caso; se consideraron significativos los valores de $p < 0,05$. La fuerza de asociación epidemiológica se consideró significativa estimando la efectividad relativa y el 95% de intervalo de confianza, luego se ajustaron por covariables. Analizamos la relación entre AOFAS y EVA con la restauración del Böhler y de la congruencia articular.

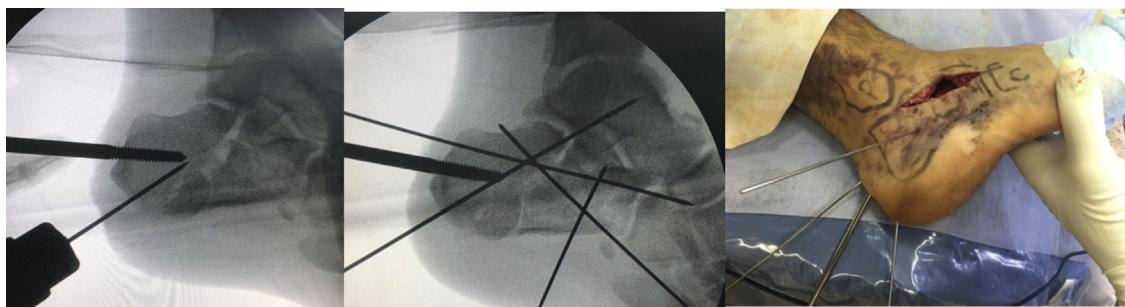


Figura 1 A-C) Fractura Sanders III tratada mediante abordaje de seno del tarso y tornillos canulados.



Figura 2 Resultado final del caso anterior a los nueve meses de la cirugía.

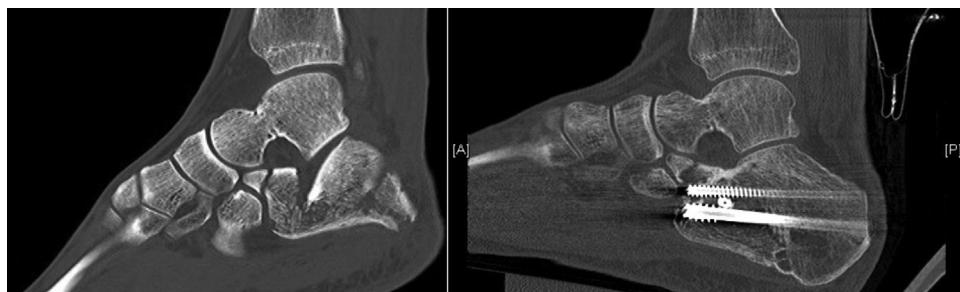


Figura 3 A-B) TC pre y postoperatorio de fractura Sanders III tratada mediante reducción indirecta y tornillos canulados, buena restauración de la congruencia articular.

Resultados

Recogimos 46 fracturas intraarticulares en 43 pacientes (tres bilaterales). Treinta y cinco eran varones y ocho mujeres, con una edad media de 42 años (18-79) y un seguimiento medio de 57,39 meses (33-129). En todos los casos se realizó la TC preoperatoria, resultando: 11 casos Sanders II, 23 tipo III y 12 tipo IV (tabla 2). Respecto a la técnica quirúrgica, en 21 pacientes se realizó un abordaje en «L» estándar y osteosíntesis con placa bloqueada de bajo perfil (12 pacientes Sanders IV y nueve pacientes Sanders III), en 10 casos se utilizó un abordaje mínimamente invasivo del seno del tarso (10 casos Sanders III: cuatro casos sintetizados con tornillos canulados y seis casos con placas anatómicas *ad hoc* con/sin tornillos canulados) (figs. 1 y 2) y en 15 casos se decidió una reducción indirecta y fijación percutánea con tornillos

canulados (11 casos Sanders II y cuatro casos Sanders III) (fig. 3) (tabla 2).

La TC postoperatoria (definida como aquella realizada antes del alta hospitalaria del paciente o en el primer mes de seguimiento) se realizó solo en aquellos casos en los que el cirujano consideró que la radiología simple no aclaraba la calidad de la reducción articular, resultando un total de 17 casos (37% de la serie, seis pacientes Sanders IV tratados mediante abordaje en «L», nueve pacientes Sanders III tratados mediante seno del tarso y dos pacientes Sanders II tratados mediante reducción cerrada y fijación con tornillos). La reducción de la articulación subastragalina posterior medida por TC fue satisfactoria en 12 casos (definida como escalón articular < 2 mm). En los cinco casos restantes el escalón fue superior a 2 mm (un caso Sanders IV, un caso Sanders III de seno del tarso, un caso Sanders III con reducción indirecta

Tabla 3 Resultados radiológicos

Fracturas	n = 46
Ángulo de Böhler	
Prequirúrgico	6,45 ± 10,21 ([-22]-25)
Posquirúrgico	20,46 ± 7,09 (4-38)
TC postoperatoria	17
Congruencia articular Sí (< 2 mm)	12
Congruencia articular NO (> 2 mm)	5
Artrosis subastragalina	19
Artrosis calcaneocuboidea	6

y tornillos canulados, y dos casos Sanders II con reducción indirecta también). Se decidió la reintervención quirúrgica en solo uno de los casos (paciente con fractura Sanders II) mediante abordaje en «L» y placa de bajo perfil, con buen resultado radiológico y funcional. En los cuatro restantes se consideró que el balance riesgo/beneficio de una nueva cirugía aconsejaba tratamiento conservador, especialmente por la agresión a las partes blandas añadida. El ángulo de Böhler prequirúrgico promedio fue de $6,45 \pm 10,21$ ([-22]-25) y el posquirúrgico de $20,46 \pm 7,09$ (4-38). El estudio mediante TC en el seguimiento (definido como aquel superior al año de la cirugía) se realizó en 31 casos, solo en quienes se sospechaba patología degenerativa postraumática tras el análisis de la radiología simple: se diagnosticó artrosis subastragalina en 19 casos (sintomática en 12, siete de ellos tratados mediante artrodesis subastragalina) y artrosis calcaneocuboidea en seis casos (solo uno sintomático y tratado conservadoramente) (tabla 3). El AOFAS fue de $74,28 \pm 18,98$ (27-100) y el EVA de $4,14 \pm 2,98$ (2-9).

La complicación más frecuente fue la intolerancia al material de osteosíntesis, con ocho casos: cinco casos con placas de osteosíntesis de bajo perfil por irritación de los tendones peroneos, y tres casos tratados con tornillos canulados, por molestias en la zona de introducción del talón. Registraron tres casos de penetración intraarticular de tornillos en la articulación subastragalina posterior, detectados por TC en el seguimiento a más de un año, no siendo reintervenidos en ningún caso por ausencia de repercusión clínica. Registraron dos infecciones: una superficial que respondió al tratamiento antibiótico y una infección profunda que requirió desbridamiento, retirada del material al año de la cirugía y artrodesis subastragalina.

Resultó estadísticamente significativo una TC con escalón inferior a 2 mm observado en 12 pacientes de nuestra serie con mejor resultado en la escala AOFAS (77,17 puntos de promedio) así como menor EVA de promedio (2,83), $p = 0,002$. Respecto al Böhler, resultó significativa la relación de un ángulo $> 20^\circ$ con mayor AOFAS (80,82) y menor EVA (3,18), $p = 0,001$ (tabla 4).

Discusión

Los resultados de este estudio indican que la TC postoperatoria es la técnica de imagen más fiable para verificar la correcta reducción anatómica en las fracturas articulares de calcáneo tratadas quirúrgicamente. Realizamos una

Tabla 4 Resultados funcionales y análisis estadístico

Casos valorados clínicamente en el estudio	n = 46	p
AOFAS postratamiento	$74,28 \pm 18,98$ (27-100)	
AOFAS según ángulo de Böhler		
> 20	80,82	0,001
< 20	53,71	
AOFAS según congruencia articular en TC		
Congruencia articular Sí (< 2 mm)	77,17	0,002
Congruencia articular NO (> 2 mm)	60,80	
EVA global	$4,14 \pm 2,98$ (0-10)	
EVA según ángulo de Böhler		
> 20	3,18	
< 20	7,14	
EVA según congruencia articular		
Congruencia articular Sí (< 2 mm)	2,83	
Congruencia articular NO (> 2 mm)	7,00	

búsqueda bibliográfica sobre la indicación de esta prueba en el protocolo de tratamiento, y para esto, utilizamos el buscador PubMed con fecha agosto de 2019 con las siguientes palabras clave: calcaneal fractures and treatment, and CT scan, en los últimos cinco años. Nuestra intención era valorar aquellos trabajos publicados sobre fracturas de calcáneo tratadas quirúrgicamente en los que se realizara TC postoperatoria (fig. 4). Se obtuvieron un total de 652 resultados. Al eliminar artículos no relacionados y artículos publicados hace más de cinco años, revisamos un total de 117 artículos que cumplían los criterios de búsqueda, de los cuales solo 29 solicitaron TC postoperatoria (fig. 4). De estos, solo dos informaban sobre la indicación de la solicitud de la TC postoperatoria^{13,14}, en los 27 restantes no se especificaba la causa de la indicación de dicha prueba y se infiere que simplemente formaban parte de su protocolo, como así se realiza en otros centros para la evaluación de fracturas articulares antes y después de la cirugía. De Muinck-Keizer et al.¹³ realizan en 2017 un estudio para la evaluación de la reducción articular y la correcta posición del material de osteosíntesis en fracturas de calcáneo, haciendo énfasis en su artículo sobre la ausencia de protocolos postoperatorios basados en la realización de TC postoperatoria; los autores concluyen, tras el diseño de un sistema de puntuación específico, que la TC aporta una valiosísima información para sus dos objetivos iniciales. Por otro lado, Beerekamp et al.¹⁴, en 2019, realizan un interesante estudio comparativo de diferentes técnicas de imagen: fluoroscopia intraoperatoria 2D y 3D frente a TC postoperatoria, en la evaluación de la reducción articular y la posición de los implantes, concluyendo que, si bien la fluoroscopia intraoperatoria 3D es muy útil, especialmente en la evaluación de la posición de los implantes, la TC sigue siendo la prueba de elección. En resumen, la revisión de la

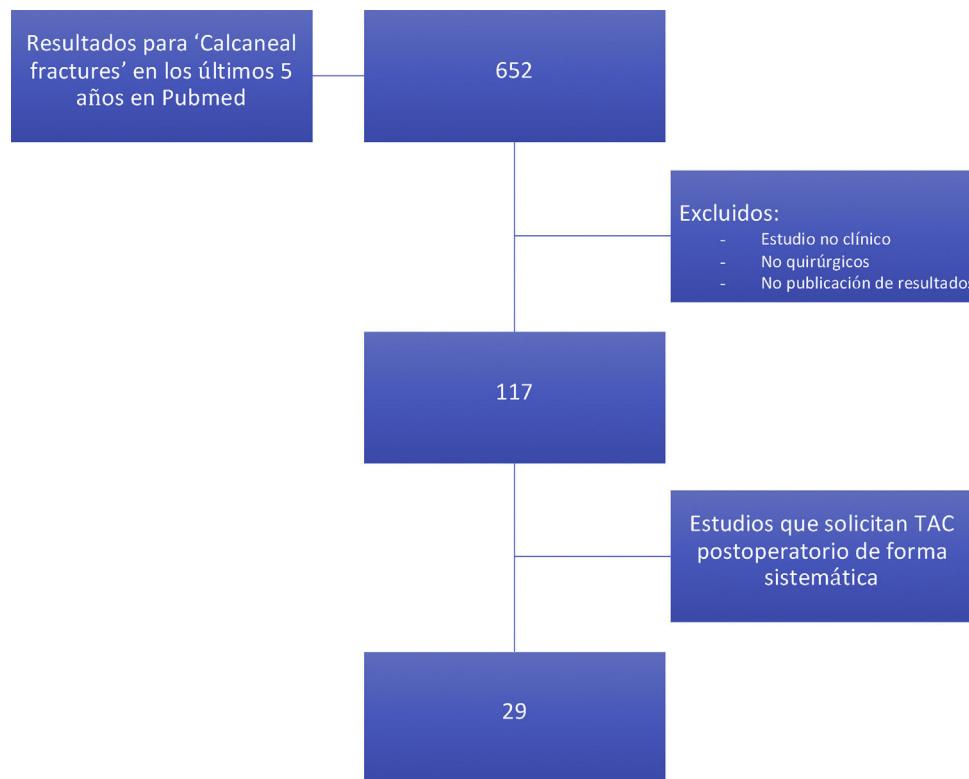


Figura 4 Diagrama de flujo de búsqueda bibliográfica.

literatura nos muestra que los resultados posquirúrgicos no son analizados de manera sistemática mediante TC en el postoperatorio o en el seguimiento de los pacientes, única manera de demostrar la reducción anatómica (escalón inferior a 2 mm) y la correcta posición de los implantes.

El tratamiento ideal de las fracturas desplazadas articulares de calcáneo sigue siendo un tópico en la traumatología del pie objeto de intenso debate^{7,15-20}, aunque independiente del tratamiento utilizado, quirúrgico o conservador, la restauración de la anatomía de la articulación subastragalina resulta esencial para obtener un patrón de marcha normal²¹, una reincorporación al trabajo más temprana y una reducción de la necesidad de futuras artrodesis². En nuestro análisis hemos constatado que la congruencia postoperatoria inferior a 2 mm medida por TC se relaciona con un mejor resultado funcional, y este hecho tiene un alto valor pronóstico que deben conocer los pacientes. En ausencia de la realización de una artroscopia intraoperatoria o una visualización directa de la articulación subastragalina (técnicas abiertas), resulta enormemente difícil, guiándose por la radioscopy intraoperatoria, verificar la congruencia de la superficie articular subastragalina. Por tanto, los autores creemos que la utilización de la TC postoperatoria resulta muy útil en el perfeccionamiento de la técnica quirúrgica. Y este hecho es especialmente destacable en los métodos de reducción indirecta, tan en boga actualmente por producir menor agresión a la ya frágil cobertura de partes blandas en esta zona¹⁵⁻²⁰; de hecho cuatro de los cinco pacientes con escalón articular > 2 mm en la TC fueron intervenidos por técnicas mínimamente invasivas (un abordaje MIS seno del tarso y tres mediante técnica per-

cutánea y osteosíntesis con tornillos). Este hecho ya ha sido descrito por DeWall et al. en 2010, insistiendo en la necesidad de realizar estudios prospectivos mediante TC postoperatoria para evaluar la reducción articular en técnicas percutáneas²².

Es un hecho demostrado en la literatura que la radiología simple no es fiable a la hora de valorar la reducción de la superficie articular subastragalina y/o calcaneocuboidea, para lo cual la TC postoperatoria muestra una superioridad manifiesta¹⁸⁻²⁰. En el artículo de Labbe et al. casi el 35% de las fracturas en las que por radiología simple se demostró una buena congruencia, finalmente no lo fueron en la realización de la TC postoperatoria²³, respecto a este dato, en nuestra serie, la TC postoperatoria demostró una incongruencia en el 29,4% de los casos que fueron dados por buenos durante la cirugía, y este hecho tiene un importante factor pronóstico que debemos comunicar a nuestros pacientes.

Respecto al tratamiento quirúrgico, el abordaje lateral en «L» modificado, clásicamente impuesto como el *gold standard*, no está exento de complicaciones, sobre todo de las partes blandas, con porcentajes cercanos al 35% según algunos autores²²; por esto, se han desarrollado en los últimos 10 años técnicas de reducción indirecta, percutáneas o por mínima incisión, que buscan minimizar la agresión de las partes blandas, respetando la articulación y produciendo resultados clínicos similares e incluso superiores a las técnicas abiertas²⁴⁻²⁶. En nuestra serie registramos 25 casos tratados por técnicas mínimamente invasivas, con un AOFAS promedio de 78,45 puntos. Si bien se registran solo 10 casos, la técnica mediante abordaje seno del tarso ha pasado

a ser nuestra técnica de elección en la mayoría de casos desde hace cinco años. En 2017 se publicó un estudio prospectivo aleatorizado comparando cirugía abierta mediante abordaje en «L» con técnicas mínimamente invasivas, mostrando mejores resultados radiológicos en las técnicas mínimamente invasivas, pero no así funcionales, siendo las técnicas de osteosíntesis mediante tornillos percutáneos las que peores resultados arrojaron²⁷, si bien este hecho no ha sido recogido en nuestra serie.

Por otro lado y aunque no forma parte del objetivo de este estudio, resulta un hecho comprobado que el número de fracturas intervenidas por cirujano influye en los resultados clínicos, alcanzándose antes el final de la curva de aprendizaje²⁰; y en este sentido, otra posible ventaja de la TC postoperatoria sería poder ayudar a progresar en esta curva midiendo la calidad de nuestra reducción, especialmente en las técnicas mínimamente invasivas. De hecho, en esta serie, los mejores resultados funcionales y en cuanto a reducción anatómica se dan en los casos intervenidos en los últimos tres años.

Como limitaciones a nuestro estudio, aparte de las inherentes a la metodología al tratarse de un estudio retrospectivo, destacamos como la más importante el escaso número de TC postoperatorias solicitado (17 de 46 casos), si bien es la norma en la mayoría de estudios, por lo que las conclusiones derivadas del estudio de esta serie deben tomarse con cautela. Este hecho se justifica porque en la serie recogida no se realizaba la TC postoperatoria de manera protocolizada, solo si el cirujano tenía dudas con base en el análisis por radiología simple, si bien actualmente la indicación ha aumentado especialmente en aquellos casos con reducción indirecta.

Como crítica a nuestro estudio, los factores económicos y de mayor dosis de radiación a nuestros pacientes fueron tenidos en cuenta, pero cabe mencionar que los pacientes fueron informados en todo momento de esta circunstancia.

Conclusiones

Con base en nuestros resultados, la TC postoperatoria es la técnica de imagen más fiable para verificar la correcta reducción anatómica y la posición de los implantes en las fracturas articulares de calcáneo tratadas quirúrgicamente. Los autores consideramos que está especialmente indicada en la utilización de técnicas indirectas de reducción y osteosíntesis, donde es más difícil confirmar la correcta reducción articular intraoperatoria, y además puede servir para avanzar en la curva de aprendizaje con dichas técnicas quirúrgicas. Por último, son necesarios estudios con mayor número de casos para poder confirmar las ventajas del uso rutinario de esta prueba complementaria de imagen.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV (serie de casos).

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes y que todos los pacientes incluidos en el estudio han recibido información suficiente y han dado su consentimiento informado por escrito para participar en dicho estudio.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor para correspondencia.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Essex-Lopresti P. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;290:3-16.
2. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;290:87-95.
3. Agren PH, Wretenberg P, Sayed-Noor AS. Operative versus nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:1351-7.
4. Buckley R, Tough S, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, et al. Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:1733-44.
5. Kwon JY, Diwan A, Susarla S, Chacko AT, Rodriguez EK. Effect of surgeon training, fracture, and patient variables on calcaneal fracture management. *Foot Ankle Int.* 2011;32:262-71.
6. Epstein N, Chandran S, Chou L. Current concepts review: intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Int.* 2012;33:79-86.
7. Rammelt S, Zwipp H. Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. *Injury.* 2004;35:443-61.
8. Howells NR, Hughes AW, Jackson M, Atkins RM, Livingstone JA. Interobserver and intraobserver reliability assessment of calcaneal fracture classification systems. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53:47-51.
9. de Vroome SW, van del Linden FM. Cohort study on the percutaneous treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Int.* 2014;35:156-62.
10. Schepers T, van Lieshout EM, Ginai AZ, Mulder PG, Heetveld MJ, Patka P. Calcaneal fracture classification: a comparative study. *J Foot Ankle Surg.* 2009;48:156-62.
11. Sanders R. Intra-articular fractures of the calcaneus: present state of the art. *J Orthop Trauma.* 1992;6:252-65.
12. Rammelt S, Zwipp H. Fractures of the calcaneus: current treatment strategies. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2014;81:177-96.
13. De Muinck-Kiezer RJO, Beerekamp MSH, Ubbink DT, Beenen LFM, Schepers T, Goslings JC. Systematic CT evaluation of reduction and hardware positioning of surgically treated calcaneal fractures: a reliability analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017;137:1261-7.
14. Beerekamp MSH, De Muinck-Kiezer RJO, Schepers T, Beenen LFM, Luitse JSK, Schep NW, et al. The correlation between intra-operative 2D- and 3D fluoroscopy with postoperative

- CT-scans in the treatment of calcaneal fractures. *Eur J Radiol*. 2019;112:222–8.
- 15. 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;34:773–80.
 - 16. Basile A, Albo F, Via AG. Comparison between sinus tarsi approach and extensile lateral approach for treatment of closed displaced intra-articular calcaneal fractures: a multi-center prospective study. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55:513–21, <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2015.11.008>.
 - 17. Rawicki N, Wyatt R, Kusnezov N, Kanlic E, Abdelgawad A. High incidence of post-operative infection after 'sinus tarsi' approach for treatment of intra-articular fractures of the calcaneus: a 5 year experience in an academic level one trauma center. *Patient Saf Surg*. 2015;9:25.
 - 18. Kikuchi C, Charlton TP, Thordarson DB. Limited sinus tarsi approach for intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Int*. 2013;34:1689–94.
 - 19. Tomesen T, Bier J, Frölke JP. Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures with closed reduction and percutaneous screw fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93:920–8.
 - 20. Poeze M, Verbruggen JP, Brink PR. The relationship between the outcome of operatively treated calcaneal fractures and institutional fracture load. A systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:1013–21.
 - 21. van Hoeve S, de Vos J, Verbruggen JP, Willems P, Meijer K, Poeze M. Gait analysis and functional outcome after calcaneal fracture. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97:1879–88.
 - 22. DeWall M, Henderson CE, McKinley TO, Phelps T, Dolan L, Marsh JL. Percutaneous reduction and fixation of displaced intra-articular calcaneus fractures. *J Orthop Trauma*. 2010;24:466–72.
 - 23. Labbe JL, Peres O, Leclair O, Goulon R, Scemama P, Jourdel F. Minimally invasive treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures using the balloon kyphoplasty technique: preliminary study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013;99:829–36.
 - 24. Mattiassich G, Litzlbauer W, Ponschab M, Ortmaier R, Rodemund C. [Minimally invasive treatment of intra-articular calcaneal fractures with the 2-point distractor]. *Oper Orthop Traumatol*. 2017;29:149–62.
 - 25. Jin C, Weng D, Yang W, He W, Liang W, Qian Y. Minimally invasive percutaneous osteosynthesis versus ORIF for Sanders type II and III calcaneal fractures: a prospective, randomized intervention trial. *J Orthop Surg Res*. 2017;12:10.
 - 26. Wang Z, Wang XH, Li SL, Tang X, Fu BG, Wang MH, et al. Minimally invasive (sinus tarsi) approach for calcaneal fractures. *J Orthop Surg Res*. 2016;11:164.
 - 27. Khurana A, Dhillon MS, Prabhakar S, John R. Outcome evaluation of minimally invasive surgery versus extensile lateral approach in management of displaced intra-articular calcaneal fractures: a randomised control trial. *Foot (Edinb)*. 2017;31:23–30.