



Original

Estudio comparativo entre abordaje abierto vs. percutáneo para la reducción y síntesis en fracturas intraarticulares desplazadas de calcáneo

D. González Acuña, I. M. Ruiz Hernández, M. Sabater Jofre, J. Álvarez Lastra, M. Muñoz González, J. Gascó Adrien

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario Son Llàtzer. Palma de Mallorca, Islas Baleares

Correspondencia:

Dra. Denise González Acuña

Correo electrónico: denisegonzalezacua@gmail.com

Recibido el 26 de abril de 2023

Aceptado el 30 de abril de 2023

Disponible en Internet: junio de 2023

RESUMEN

Las fracturas intraarticulares de calcáneo (FIAC) asocian una alta tasa de complicaciones a corto y largo plazo. El mecanismo más frecuente es la caída de altura (alta energía), condicionando también una afectación importante de partes blandas.

El tratamiento quirúrgico mediante reducción abierta por abordaje lateral ampliado y fijación interna con placa lateral sigue considerándose el “patrón oro”. No obstante, en muchas ocasiones, esta intervención requiere una demora inicial del tratamiento quirúrgico para permitir una mejoría del estado de la piel y asume un riesgo elevado de complicaciones cutáneas y de la incisión quirúrgica. En los últimos años se han popularizado las técnicas mediante abordajes menos invasivos.

El objetivo de nuestro estudio fue comparar la incidencia de complicaciones de las fracturas tratadas mediante abordaje lateral y fijación con placa vs. reducción y síntesis percutánea con tornillos. Como objetivos secundarios, se compararon también los resultados clínicos y radiológicos entre ambos abordajes y se describe la técnica quirúrgica de reducción y síntesis percutánea con tornillos canulados realizada en nuestro centro. Se diseñó un estudio de cohortes retrospectivo con inclusión de los pa-

ABSTRACT

Comparative study between open vs. percutaneous approach for reduction and fixation in displaced intra-articular calcaneus fractures

Intra-articular calcaneal fractures (IACF) are associated with a high rate of short and long term complications. The most frequent mechanism is the fall from height (high energy), also conditioning an important soft tissue involvement.

Surgical treatment by open reduction through an extended lateral approach and internal fixation with a lateral plate is still considered the “gold standard”.

However, in many cases, this procedure requires an initial delay in surgical treatment to allow improvement of the skin condition and carries a high risk of skin and surgical incision complications. In recent years, techniques using less invasive approaches have become more popular.

The aim of our study was to compare the incidence of complications in fractures treated by lateral approach and plate fixation vs. percutaneous reduction and synthesis with screws. As secondary objectives, we also compared the clinical and radiological results between both approaches and described the surgical technique of percu-



<https://doi.org/10.24129/j.rpt.3701.fs2304013>

© 2023 SEMCPT. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com).

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

cientes intervenidos de FIAC en nuestro centro (hospital de segundo nivel) entre 2015 y 2021 (n = 13), dividiéndolos en 2 grupos, uno tratado mediante reducción abierta y fijación con placa (n = 7) y otro con reducción y síntesis percutánea (n = 6).

La incidencia de complicaciones y los resultados clínicos y radiológicos fueron equivalentes en ambos grupos. El tiempo de demora quirúrgica, el tiempo quirúrgico y la estancia hospitalaria fueron menores en el grupo de reducción y síntesis percutánea.

Palabras clave: Fractura de calcáneo. Percutáneo. Intraarticular. Miniinvasivo. Fijación. Tornillos canulados. Comparativo.

Introducción

Las fracturas de calcáneo se producen generalmente tras un traumatismo de alta energía (caída de altura como mecanismo más habitual), afectando más frecuentemente a varones en edad laboral. Existe un alto riesgo de lesión bilateral (10%), así como de fracturas asociadas a otros niveles (10% de fracturas vertebrales y 26% de lesiones en miembros inferiores, meseta tibial y de cadera)⁽¹⁾.

Estas lesiones asocian un daño importante de los tejidos blandos circundantes, que habitualmente condiciona nuestro plan de tratamiento inicial y el manejo postoperatorio. Debe vigilarse y descartarse también un potencial síndrome compartimental, que puede tener consecuencias devastadoras. A menudo aparecen flictenas en 24-48 horas. Conforme la inflamación disminuye, la piel comienza a arrugarse en las caras lateral y medial, siendo un indicativo de buena evolución y un signo útil para indicar el momento propicio de la intervención, que generalmente debe demorarse entre 14 y 20 días desde el traumatismo. Superar este plazo puede implicar mayor dificultad técnica para la reducción de los fragmentos⁽²⁾.

Clásicamente, se han propuesto 2 opciones terapéuticas: el tratamiento conservador con restricción de carga y movilidad, asumiendo reducciones incompletas de la articulación subastragalina; y el tratamiento quirúrgico mediante

taneous reduction and synthesis with cannulated screws performed in our center.

A retrospective cohort study was designed with inclusion of patients operated on for FIAC in our center (second level hospital) between 2015 and 2021 (n = 13), dividing them into 2 groups, one treated by open reduction and plate fixation (n = 7) and the other with percutaneous reduction and synthesis (n = 6).

The incidence of complications and the clinical and radiological results were equivalent in both groups. Surgical delay, operative time and hospital stay were shorter in the percutaneous reduction and synthesis group.

Key words: Calcaneal fracture. Percutaneous. Intra-articular. Mini-invasive. Fixation. Cannulated screws. Comparative.

reducción abierta y fijación interna de los fragmentos desplazados⁽³⁾.

El tratamiento quirúrgico con abordaje lateral ampliado se sigue considerando el “patrón oro” por lograr una buena exposición, facilitando la reducción anatómica de la superficie articular y la reconstitución volumétrica del calcáneo, objetivos principales del tratamiento de estas fracturas. No obstante, requiere una demora inicial del tratamiento quirúrgico de 2-3 semanas para permitir un mejor estado de las partes blandas y aun así asocia un riesgo no desdeñable de complicaciones cutáneas durante el postoperatorio. Es por ello que en los últimos años se han popularizado los abordajes menos invasivos, con menor agresión de las partes blandas y menor incidencia de complicaciones cutáneas, presentándose como una alternativa excelente en fracturas menos complejas y en pacientes con mayor riesgo de complicaciones (diabéticos, antiagregados/anti-coagulados, fumadores, etc.)⁽⁴⁾.

Por otro lado, la artrosis postraumática es la complicación más frecuente a largo plazo de estas lesiones, pudiendo requerir una artrodesis subastragalina diferida⁽⁵⁾. Un abordaje menos extenso y menor material de osteosíntesis puede facilitar este procedimiento de rescate y reducir sus complicaciones⁽¹⁾.

El objetivo principal de este trabajo fue comparar la incidencia de complicaciones de las fracturas intraarticulares de calcáneo (FIAC) tratadas

mediante abordaje abierto y fijación con placa (RAFI) frente a la reducción y síntesis percutánea con tornillos (RSP), independientemente del tipo de fractura y de paciente.

Los objetivos secundarios fueron comparar los resultados clínicos y radiológicos a corto y medio plazo, la demora quirúrgica y la estancia hospitalaria, y finalmente describir la técnica de RSP realizada en nuestro centro.

Material y métodos

Se realizó un estudio de cohortes retrospectivo. Se seleccionaron los pacientes con FIC intervenidos en nuestro centro entre 2015 y 2021, con un seguimiento postoperatorio mínimo de 6 meses. Todos los pacientes fueron intervenidos por cirujanos con experiencia previa en el tratamiento de este tipo de fracturas. Se dividieron en 2 grupos: 1) "grupo abierto", con abordaje lateral y síntesis con placa (n = 7); y 2) "grupo percutáneo", con reducción y síntesis percutánea con tornillos canulados (n = 6). De cada paciente se recogieron datos demográficos, comorbilidades, tiempo de demora quirúrgica, tiempo de intervención, tiempo de estancia hospitalaria, dolor en la última visita (escala visual analógica -EVA-) y complicaciones del tratamiento.

Las complicaciones se diferenciaron en tempranas (dehiscencia de la herida quirúrgica, infección superficial o profunda, reducción insuficiente) y tardías (pérdida de reducción y artrosis subastragalina). Se definió la reducción insuficiente como la existencia de hundimiento o escalón articular superior a 2 mm en la articulación subastragalina posterior, medido mediante tomografía axial computarizada (TAC)^(5,6). Se registraron los resultados radiológicos postoperatorios inmediatos y al final del seguimiento.

Se realizó el test estadístico Chi-cuadrado para el análisis de las variables cualitativas y la prueba T para las cuantitativas.

Técnica quirúrgica de la reducción percutánea y síntesis con tornillos (adaptada de Rodemund y Mattiassich)⁽⁷⁾

Realizamos el tratamiento percutáneo de las fracturas de calcáneo de forma precoz (24-48 h

desde el traumatismo) antes de la organización fibrosa del hematoma para facilitar la movilización de los fragmentos. Es fundamental una valoración preoperatoria de las partes blandas. Además de radiografía simple, se solicita sistemáticamente una TAC con reconstrucción 3D para una mejor evaluación de la fractura y planificación preparatoria de su reconstrucción. Las deformidades observadas habitualmente son: pérdida de altura y hundimiento del fragmento articular principal (aplanamiento del ángulo de Böhler), desviación en varo y rotacional de la tuberosidad posterior, acortamiento axial y ensanchamiento (generalmente por estallido de la pared lateral).

El objetivo principal de la técnica quirúrgica es la reducción anatómica de la superficie articular subastragalina posterior y la reconstrucción volumétrica del calcáneo. El objetivo secundario es una fijación suficientemente estable para permitir movilidad y carga precoz.

Colocación y preparación

El paciente se coloca en decúbito lateral con la extremidad afecta fija en una pernera pequeña, quedando el pie estrictamente horizontal al suelo. Colocaremos el brazo en C de la escopia alineado con el plano de la planta del pie y focalizado en el astrágalo (**Figura 1**).

Durante la cirugía no se mueve la extremidad, solo el tubo de rayos X. Es aconsejable comprobar el acceso a las 3 proyecciones fundamentales de forma sencilla antes de iniciar la cirugía:



Figura 1. Posición del paciente en la técnica percutánea.

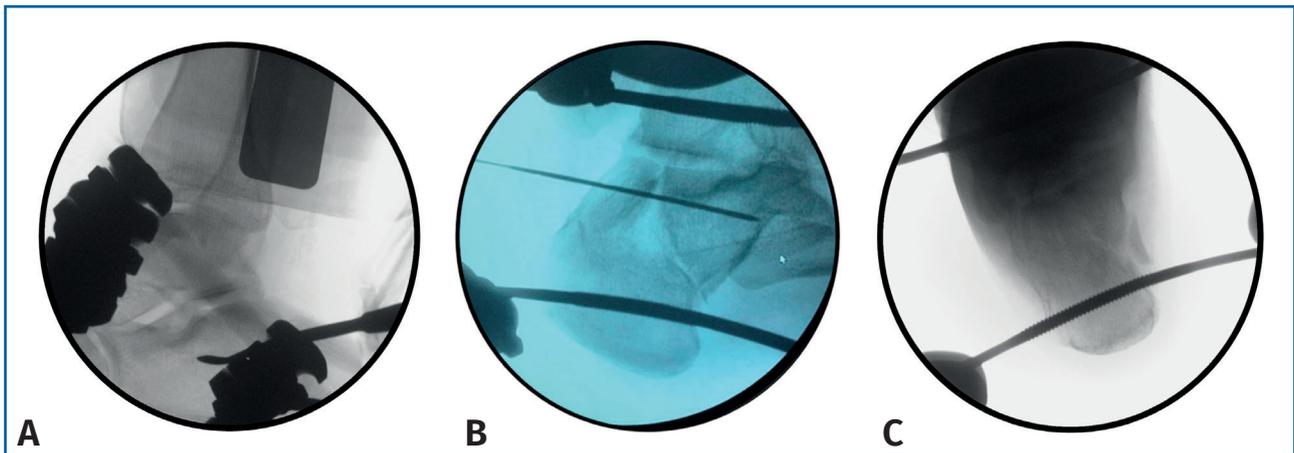


Figura 2. Vistas intraoperatorias de las proyecciones radiológicas intraoperatorias esenciales. A: proyección lateral. Elevación del fragmento articular desplazado con ayuda de un periostotomo; B: proyección de Broden. Comprobación de la reducción articular subastragalina. Colocación de aguja guía para la introducción de los tornillos canulados dirigidos al sustentaculum tali⁽⁸⁾; C: proyección axial con pines colocados perpendiculares al eje axial del calcáneo, que quedan paralelos tras la maniobra de reducción mediante distracción y valgo. Se puede observar la posición de los 2 pines transfixiantes: el primero en el proceso anterior del astrágalo y el segundo en el tercio inferior de la tuberosidad posterior del calcáneo.

- Proyección lateral (**Figura 2A**) con el arco en dicha posición y tomando como referencia un perfil estricto del astrágalo.

- Proyección de Broden (**Figura 2B**), inclinando el arco 30-40°, visualizando tangencialmente la articulación subastragalina⁽⁸⁾.

- Proyección axial o plantar (**Figura 2C**) realizando una flexión dorsal manual del tobillo con el tubo de rayos X en proyección axial, que nos permitirá determinar el eje del calcáneo.

en la proyección axial. De esta manera, para deformidades en varo, los pines deben quedar convergentes entre sí en la cara medial del pie (**Figura 3A**).

B. **Maniobra de reducción manual** (distracción-valgo). Se realiza distracción manual corrigiendo el valgo y la longitud del calcáneo. Tras la reducción, los pines quedan paralelos. Se mantiene esta posición con 2 barras paralelas de fijación externa, en medial y lateral (**Figura 3B**).

Procedimiento quirúrgico

A. Inserción de los pines del distractor: el primer pin se coloca en el proceso anterior del astrágalo, comprobando en los planos frontal y axial. El segundo pin se situará en el tercio inferior de la tuberosidad posterior del calcáneo y debe estar exactamente perpendicular al eje de este, controlando dicha posición

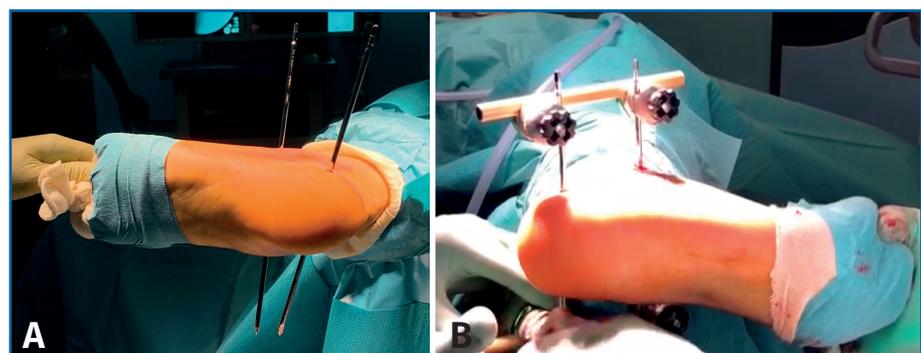


Figura 3. Inserción de los pines y maniobra de reducción distracción/valgo. A: posición inicial de los pines transfixiantes en astrágalo y calcáneo, este último perpendicular al eje del calcáneo, habitualmente acortado y en varo; B: posición de los pines paralelos tras la maniobra de tracción/distracción en los pines mediales, restituyendo la longitud y la alineación axial del calcáneo. Nótese la disposición paralela de los pines.

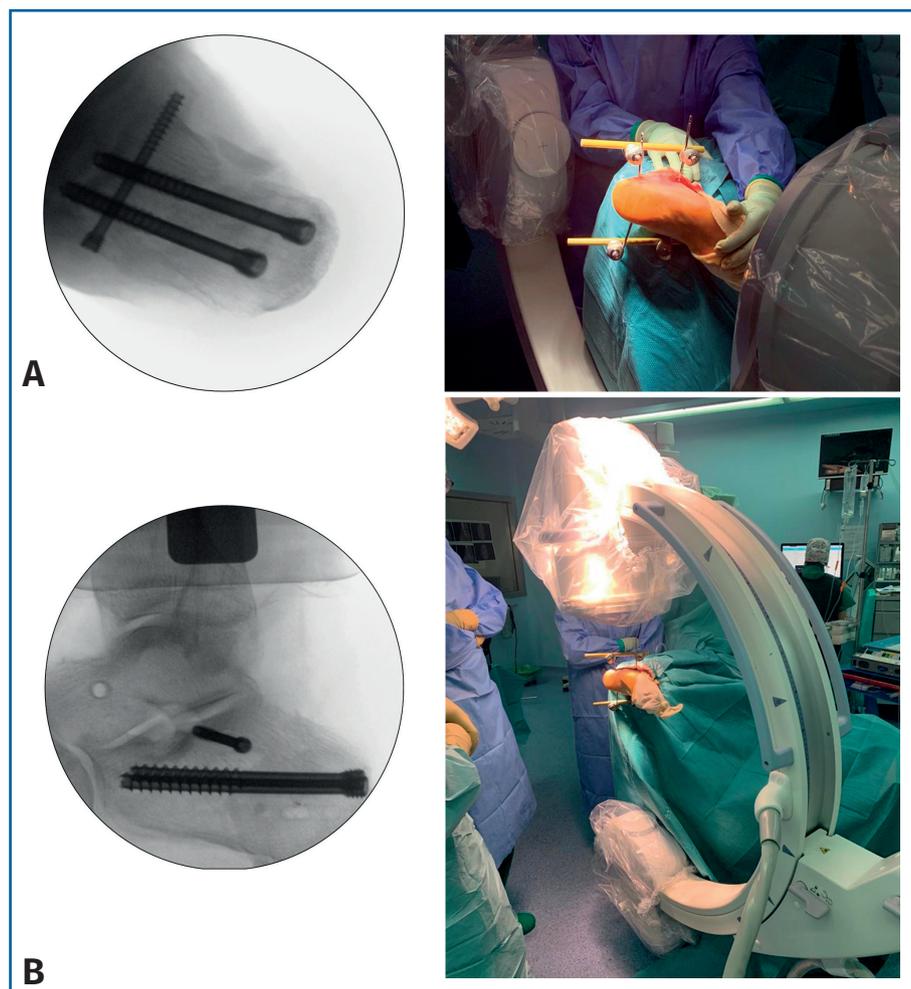


Figura 4. Disposición final de la síntesis con tornillos en las proyecciones radiológicas intraoperatorias. A: proyección radiológica lateral; B: proyección axial.

C. Maniobra de reducción de la articulación subastragalina: reducimos los fragmentos hundidos con ayuda de un escoplo o periostotomo introducido por una miniincisión lateral de 1 cm (**Figura 2A**).

D. Síntesis con tornillos canulados de 4,5 mm: mediante control en proyecciones lateral y de Broden, introducimos 1 o 2 agujas guía para tornillos canulados de 4,5 mm dirigidas al *sustentaculum tali* (localizado justo inferior al vértice del maléolo medial). Al tener este un importante soporte ligamentoso, no se suele fracturar ni desplazar. Utilizando tornillos de rosca parcial logramos compresión de los fragmentos articulares una vez reducidos.

E. Fijación con 2 tornillos canulados de 6,5 mm axiales, desde la tuberosidad posterior y dirigidos hacia la anterior. Controlamos su colocación

en proyecciones lateral y axial. Idealmente, serán “tornillos de posición”, con rosca completa (**Figura 4**).

F. Retirada del fijador, cierre de portales y vendaje compresivo (**Figura 5**).

Pauta postoperatoria

Desde el alta hospitalaria se instruye al paciente en ejercicios de movilidad activa precoz.

La retirada de las suturas se realiza a los 15-20 días postoperatorios, colocando una bota de tipo Walker corta que facilita la higiene local y las movilizaciones. Se mantiene en descarga durante 6 semanas, progresando posteriormente a la carga según la tolerancia. Se retira la bota a las 8-10 semanas, autorizando la carga completa. Se realizan radiografías de control (3 proyecciones) a las 4 semanas y TAC a los 3 meses postoperatorios.

Resultados

Los resultados de nuestro estudio se presentan en la **Tabla 1**.

La distribución de las comorbilidades fue dispar en ambos grupos, de manera que en el “grupo abierto” se encontraron 3 pacientes con alguna de las comorbilidades estudiadas (enolismo, tabaquismo, diabetes mellitus, tratamiento con corticoides o anticoagulantes), un paciente diabético, un paciente consumidor de alcohol y un tercer paciente consumidor de alcohol y además fumador. De ellos, el segundo paciente sufrió complicaciones relacionadas con la herida quirúrgica: dehiscencia de esta e infección superficial de las partes blandas en la que se aisló un



Figura 5. Incisiones quirúrgicas del abordaje percutáneo.

Enterobacter cloacae que precisó antibiótico oral 14 días, con resolución del cuadro. En el “grupo percutáneo”, 2 pacientes presentaban morbilidades asociadas: el primero era diabético y estaba en tratamiento con anticoagulantes orales y corticoides; el segundo también era diabético, en tratamiento anticoagulante y además tenía un

índice de masa corporal (IMC) de 33,3. De ellos, únicamente el primer sujeto desarrolló una celulitis no complicada y sin relación espacial con las incisiones quirúrgicas.

Hubo más fracturas de patrón complejo en el “grupo abierto” (3 fracturas Sanders IV) que en el “grupo percutáneo” (solo 1 fractura Sanders IV).

Respecto a las complicaciones tardías, se dieron 3 casos de artrosis subastragalina en la muestra (1 en el “grupo abierto” y 2 en el “grupo percutáneo”), de los cuales, 2 casos precisaron una reintervención para extracción del material de osteosíntesis y realización de una artrodesis subastragalina. El sujeto restante prefirió tratamiento sintomático, perdiéndose el seguimiento a los 9 meses postoperatorios.

Uno de nuestros pacientes presentaba una fractura de calcáneo bilateral, ambas Sanders IV, en el que se decidió realizar inicialmente una síntesis percutánea en uno de los pies, siendo el otro intervenido mediante abordaje abierto (se debe tener en cuenta que este paciente tenía fracturas concomitantes en tibia y peroné que condicionaron el *timing*). En las radiografías de control a los 6 meses se objetivó un fracaso de la osteosíntesis bilateral, con molestias en la deambulación, aunque el paciente rechazó la reintervención.

Discusión

A pesar de que las FIAC son lesiones relativamente frecuentes con alta incidencia de secuelas incapacitantes, el mejor tratamiento para estas lesiones sigue siendo controvertido⁽⁹⁾. Diferentes técnicas miniinvasivas han proliferado en los últimos años. Estas pueden resultar especialmente útiles en pacientes con comorbilidades (que contraindiquen la cirugía abierta), permitiendo obtener una reducción satisfactoria con el menor daño de las partes blandas y disminuyendo el riesgo de complicaciones relacionadas con el abordaje⁽¹⁰⁾.

Tabla 1. Resultados del estudio comparativo tratamiento abierto vs. percutáneo de las fracturas intraarticulares de calcáneo

Variables	Grupo abierto (n = 7)	Grupo percutáneo (n = 6)	Significación estadística
Mediana edad	49	43	p > 0,05
Comorbilidades	7	7	p > 0,05
Sanders IV	3	1	p > 0,05
Complicaciones tempranas	3	4	p > 0,05
Complicaciones tardías	4	3	p > 0,05
Mediana escala visual analógica	3	3	p > 0,05
Reducción articular correcta	6	6	p > 0,05
Demora quirúrgica (días)	17,1 (DE = 3,2)	3,6 (DE = 3,2)	p < 0,05*
Tiempo de intervención (minutos)	100 (DE = 21,03)	75,2 (DE = 34,4)	p > 0,05
Estancia hospitalaria (días)	7,3 (DE = 8,8)	6,17 (DE = 8,1)	p > 0,05

Desde la popularización de la reducción abierta y fijación con placa mediante un abordaje lateral ampliado a finales del siglo pasado⁽¹¹⁾, el tratamiento miniinvasivo quedaba relegado a fracturas extraarticulares o intraarticulares con grandes fragmentos y mínimo desplazamiento. Sin embargo, en la actualidad se han ido ampliando sus indicaciones, ya que puede suponer una buena alternativa incluso en fracturas más complejas, especialmente útil en pacientes con importante riesgo de complicaciones de las partes blandas (diabéticos, fumadores, tratamiento con anticoagulantes orales o corticoides, síndrome de insuficiencia venosa crónica o isquemia crónica, cicatrices previas, etc.). De hecho, aunque generalmente el punto de corte entre ambos tratamientos son las FIAC Sanders II, en nuestro centro fuimos progresivamente aumentando las indicaciones a pacientes con patrones de fractura más complejos. Además, esta técnica permite realizar la intervención de manera precoz, a diferencia de la cirugía abierta, sin esperar la recuperación de las partes blandas, lo que puede suponer una menor estancia hospitalaria y un menor gasto sanitario^(9,12).

A las técnicas percutáneas se les achaca como inconveniente la dificultad para conseguir una reducción anatómica de los fragmentos articulares más mediales (Sanders IIC, IIIAC o IIIBC) y sobre todo de los fragmentos desplazados de la pared lateral del calcáneo, implicando mayor riesgo de artrosis subastragalina o complicaciones por el ensanchamiento, como el pinzamiento subfibular, a medio plazo. Por otro lado, la osteosíntesis percutánea con tornillos canulados, al no ser tan rígida, podría facilitar el colapso o desplazamiento precoz de los fragmentos o requerir demora de la carga, efectos que no se han apreciado en ninguno de los casos de nuestra serie. Estas potenciales complicaciones pueden evitarse mediante una técnica de reducción y fijación reglada y adecuada, y con un buen manejo postoperatorio. De hecho, ambas técnicas pueden presentar mayor índice de fracasos en pacientes menos cumplidores⁽¹²⁾.

Series publicadas recientemente que comparan técnicas de reducción y fijación abierta con percutánea han demostrado buenos resultados clínicos incluso con reducciones subóptimas de la superficie articular, con importante disminución de las complicaciones posquirúrgicas en la cirugía percutánea^(9,10).

El metaanálisis de Fan y Wei, que incluyó 707 pacientes, reveló resultados estadísticamente significativos de menor incidencia de complicaciones tempranas (infección y complicación de la herida quirúrgica) en el tratamiento percutáneo frente al abordaje ampliado clásico, sin diferencias relevantes estadísticamente en cuanto a los resultados radiográficos y las escalas de valoración funcional^(13,14).

Existen pocos estudios que comparen ambas alternativas de tratamiento en la literatura actual, tanto con respecto a los resultados, como a las complicaciones. Se trata generalmente de estudios retrospectivos, monocéntricos, con series cortas y muestras poco homogéneas en cuanto a características de los pacientes, características de las fracturas, pautas postoperatorias y valoración de los resultados, por lo que no existe evidencia suficiente para recomendar ninguno de ellos. De hecho, una de las pocas revisiones sistemáticas existente y publicada en Cochrane en 2013 ni si quiera encontró evidencia suficiente para recomendar el tratamiento quirúrgico sobre el conservador como tratamiento de las FIAC⁽¹⁵⁾.

En nuestro trabajo, al igual que Knapkik *et al.* en su estudio comparativo, obtuvimos buenos resultados en cuanto a reducción de la fractura y sin observar un aumento de artrosis subastragalina a medio plazo en el grupo de reducción percutánea frente al de reducción abierta⁽¹⁶⁾.

De forma similar a lo publicado por otros grupos en series comparativas, los resultados clínicos y radiológicos fueron similares entre ambos tratamientos^(9,10,16).

En nuestro estudio, el abordaje percutáneo disminuyó la demora quirúrgica de forma significativa. También se observó una tendencia a la menor estancia hospitalaria en el grupo de abordaje percutáneo, aunque los resultados no fueron estadísticamente significativos, probablemente por el pequeño tamaño de la muestra y por el caso del paciente con afectación bilateral que requirió un ingreso de 22 días para la resolución de todas sus lesiones traumáticas.

El estudio comparativo de Peng y Liu mostró resultados similares a nuestro trabajo en cuanto a la reducción del tiempo hasta la intervención quirúrgica en el abordaje percutáneo, aunque no especificaron el tiempo de hospitalización tras la cirugía según el abordaje utilizado⁽⁹⁾.

Las principales limitaciones de este trabajo son: su diseño retrospectivo, el pequeño tamaño muestral ($n = 13$) y que está realizado en un solo centro.

Se requieren más estudios, con mayor tamaño de muestra, multicéntricos, prospectivos, con seguimiento a largo plazo y que incluyan escalas de valoración funcional para definir de forma más precisa las indicaciones de la reducción y síntesis percutánea, así como las ventajas con respecto al abordaje clásico en el tratamiento de las fracturas intraarticulares de calcáneo desplazadas.

Conclusiones

La reducción y síntesis percutánea con tornillos canulados de las fracturas intraarticulares de calcáneo obtuvo resultados clínicos y radiológicos similares al abordaje abierto y fijación con placa, independientemente de las características de la fractura y del paciente.

No se encontraron diferencias en cuanto a complicaciones precoces ni a medio plazo entre ambas técnicas.

La reducción y síntesis percutánea reduce la demora quirúrgica y el tiempo de estancia hospitalaria frente al abordaje abierto y fijación interna.

Premios

El estudio obtuvo el premio al mejor cartel científico en el congreso de la Sociedad Española de Medicina y Cirugía de Pie y Tobillo (SEMCP) celebrado en Alicante en 2022.

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.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación. Los autores declaran que este trabajo no ha sido financiado.

Conflicto de intereses. Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Bibliografía

- Herrera-Pérez M, Oller-Boix A, Valderrábano V, González-Casamayor S, Gutiérrez-Morales MJ, Guerra-Ferraz A, País-Brito JL. [Calcaneal fractures: controversies and consensus]. *Acta Ortop Mex.* 2018; 32(3):172-81.
- Forsthoefel C. Calcaneus fractures. *Orthobullets.* Disponible en: <https://www.orthobullets.com/trauma/1051/calcaneus-fractures>.
- Dalmacio-Coll A. Calcaneous intraarticular fractures. Surgical technique by extensile lateral approach. *Elsevier.* 2012 May;26(1):50-8.
- Wilkinson BG, Marsh JL. Minimally Invasive Treatment of Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures. *Orthop Clin North Am.* 2020;51(3):325-38.
- Lim EVA, Leung JP. Complications of Intraarticular Calcaneal Fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;391:7-16.
- Ojeda-Jiménez J, Rendón-Díaz D, Martín-Vélez P, González-Martín D, Boluda-Mengod J, Méndez-Ojeda M, et al. Fracturas intraarticulares de calcáneo tratadas quirúrgicamente: ¿qué nos aporta la tomografía computarizada postoperatoria? *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2020;64(6):393-400.
- Rodemund C, Krenn R, Kihm C, Leister I, Ortmaier R, Litzlbauer W, et al. Minimally invasive surgery for intra-articular calcaneus fractures: a 9-year, single-center, retrospective study of a standardized technique using a 2-point distractor. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Nov 14;21(1):753.
- Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. Calcaneus fractures: a review article. *Foot Ankle Clin.* 2005 Sep;10(3):463-89.
- Peng Y, Liu J, Zhang G, Ji X, Zhang W, Zhang L, Tang P. Reduction and functional outcome of open reduction plate fixation versus minimally invasive reduction with percutaneous screw fixation for displaced calcaneus fracture: a retrospective study. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1):124.
- Li M, Lian X, Yang W, Ding K, Jin L, Jiao Z, et al. Percutaneous Reduction and Hollow Screw Fixation Versus Open Reduction and Internal Fixation for Treating Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures. *Med Sci Monit.* 2020;26:e926833.

11. Sanders R. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(2):225-50.
12. Schepers T, Vogels LM, Schipper IB, Patka P. Percutaneous reduction and fixation of intraarticular calcaneal fractures. *Oper Orthop Traumatol.* 2008; 20(2):168-75.
13. Fan B, Zhou X, Wei Z, Ren Y, Lin W, Hao Y, et al. Cannulated screw fixation and plate fixation for displaced intra-articular calcaneus fracture: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg.* 2016;34:64-72.
14. Wagstrom EA, Downes JM. Limited Approaches to Calcaneal Fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018;11(3):485-94.
15. Bruce J, Sutherland A. Surgical versus conservative interventions for displaced intra-articular Calcaneal fractures. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;(1):CD008628.
16. Knapik DM, Hermelin MJ, Tanenbaum JE, Vallier HA. Early Complications Following Articular Calcaneus Fracture Repair: Evaluation of Open Versus Percutaneous Techniques. *OTA Int.* 2019;2(4):e049.