



Técnica quirúrgica

Osteotomía del calcáneo percutánea: técnica quirúrgica y repaso de la bibliografía

R. Torre Puente, M. Rotinen Díaz, M. Ayerra Sanz, S. Cimiano Pérez, D. Escobar Sánchez

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario de Basurto. Bilbao

Correspondencia:

Dr. Raúl Torre Puente

Correo electrónico: ra.torre76@gmail.com

Recibido el 23 de marzo de 2020

Aceptado el 29 de octubre de 2020

Disponible en Internet: diciembre de 2020

RESUMEN

Las osteotomías del calcáneo son un procedimiento ampliamente utilizado en la corrección de las deformidades del retropié.

En los últimos años, el desarrollo de las técnicas mínimamente invasivas ha permitido realizar este procedimiento con una menor morbilidad y dolor postoperatorio manteniendo una capacidad de corrección análoga a la cirugía abierta clásica.

Los autores, en este artículo, describen la técnica de la osteotomía percutánea del calcáneo (OPC) y realizan un repaso bibliográfico acerca de las complicaciones, la fijación y la traslación de este procedimiento en auge.

Palabras clave: Osteotomía calcáneo. Osteotomía percutánea. Deformidad de retropié.

ABSTRACT

Minimally invasive calcaneal osteotomy: surgical technique and literature review

Calcaneal osteotomies are broadly used surgical procedures in the correction of hindfoot deformities.

In the last years, with the development of minimally invasive techniques, this procedure has significantly reduced its morbidity and post-operative pain whilst maintaining similar corrective rates in comparison to the traditional open surgery.

The authors of the article describe the minimally invasive calcaneal osteotomy (MICO) technique and present the results of a literature search for the different osteosynthesis types, translation of the posterior calcaneal tuberosity and complication rates.

Key words: Calcaneus osteotomy. Percutaneous osteotomy. Hindfoot deformity.

Introducción

La osteotomía del calcáneo ha sido descrita en la literatura como un procedimiento exitoso en la corrección de deformidades del retropié mediante la corrección del eje de carga del pie en relación con el

tobillo, con la consiguiente realineación de la tracción del tendón de Aquiles⁽¹⁾.

Esta técnica puede tener utilidad asociada a otros procedimientos en diferentes deformidades como pie cavo^(1,2) o síndrome de Haglund⁽³⁾, pero lo más frecuente es su uso en el pie plano adquirido



<https://doi.org/10.24129/j.rpt.3402.fs2003005>

© 2020 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/).

del adulto^(3,4) en el estadio II de la clasificación de Johnson y Strom⁽⁵⁾.

En esta patología, el desplazamiento medial de la tuberosidad del calcáneo corrige el valgo del talón característico y modifica su eje de apoyo de la carga hacia una zona más próxima al eje largo de la tibia, descargando las estructuras mediales y cambiando el momento de fuerza del tendón de Aquiles, que pasa de ser eversor a favorecer la inversión del talón^(4,6,7).

Tradicionalmente, la osteotomía de la tuberosidad del calcáneo ha sido un procedimiento abierto mediante abordaje lateral y realizado con sierra oscilante. A pesar de su éxito general, se han descrito complicaciones tales como lesión del nervio sural en un 7-25%, problemas de la herida en un 5-10%⁽⁸⁾, hipocorrección e intolerancia del material⁽⁹⁾ y, esporádicamente, lesión en estructuras vasculonerviosas mediales⁽⁴⁾. La mayoría de estas complicaciones se han descrito para el desplazamiento medial del calcáneo, aunque podrían ser extensibles al desplazamiento lateral.

La osteotomía percutánea del calcáneo (OPC) se ha desarrollado en los últimos años bajo fluoroscopia mediante el uso de instrumental especialmente diseñado permitiendo una mínima incisión (5 mm aproximadamente) con la consiguiente ventaja de una escasa lesión de las partes blandas y problemas de la herida, y, por tanto, una menor morbilidad^(10,11).

Indicaciones y contraindicaciones

Las indicaciones y contraindicaciones son las mismas que pudiera haber para el procedimiento abierto⁽¹⁾.

En la osteotomía de desplazamiento medial, la principal indicación es en el pie plano de grado II de la clasificación de Johnson y Strom⁽⁵⁾. Otra indicación sería un talo valgo residual tras una artrodesis subastragalina.

La osteotomía de desplazamiento lateral podría estar indicada en un retropié varo con test de Coleman negativo, aun-

que en caso de precisar una gran corrección –situación en la que se suele asociar el desplazamiento con la cuña de resección lateral (Dwyer)– el abordaje percutáneo no está recomendado⁽¹⁾.

Las contraindicaciones son las clásicas: compromiso vascular, pobre cobertura de partes blandas en la cara externa del talón e infección. Pese a que el acceso percutáneo puede ser beneficioso en pacientes con comorbilidades (diabetes mellitus, tabaquismo), no debe ser usado como medio para ampliar las indicaciones en la cirugía⁽³⁾.

Técnica quirúrgica

Preparación prequirúrgica

La OPC se realiza bajo anestesia general o regional junto con un bloqueo nervioso anestésico. Se debe tener en cuenta que este procedimiento es tan solo una parte de un conjunto de gestos quirúrgicos destinados a corregir la deformidad, fundamentalmente del pie cavo o pie plano (**Figura 1**).

No se utiliza isquemia (pero sí colocamos el manguito en el muslo), motivo por el cual realizamos el procedimiento como primer paso para la corrección de la deformidad, ya que en los siguientes gestos suele ser recomendable un campo exangüe.

La posición del paciente para esta técnica es en decúbito lateral. Una vez llevada a cabo la OPC, si asociamos otros procedimientos, realizamos isquemia con venda elástica (Esmarch) en el campo quirúrgico estéril y comenzamos por aquellas técnicas que son abordables desde la misma posición. El ejemplo más frecuente es la asociación



Figura 1. Radiografía en carga prequirúrgica.



Figura 2. Posición del paciente en decúbito lateral.

con la osteotomía de alargamiento de columna externa de tipo Evans. Posteriormente, se completaría la corrección de la deformidad con otros procedimientos que se realizan desde el lado medial (tendoscopia de tibial posterior, reparación del ligamento en hamaca, transferencia del tendón *flexor digitorum longus* -FDL-, osteotomía de tipo

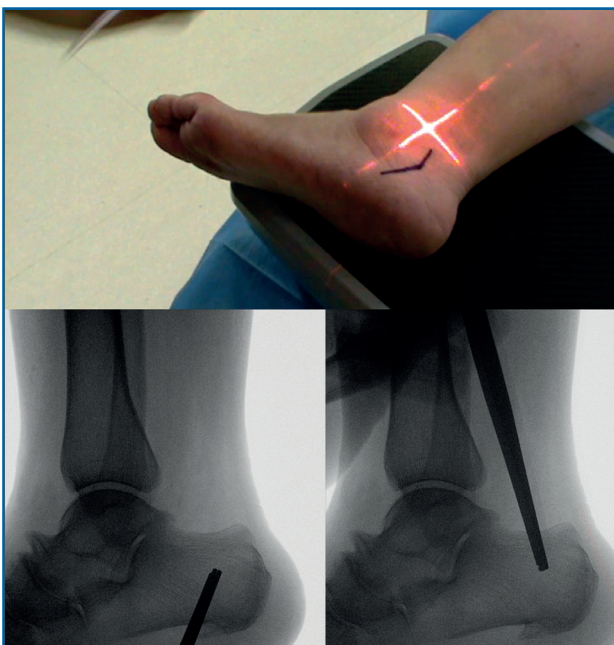


Figura 3. Se realiza bajo fluoroscopia el diseño de la osteotomía y se marca sobre la piel.

Cotton, alargamiento gastrosóleo, etc.) mediante la colocación del paciente en decúbito supino.

Se colocan fijaciones púbica y glútea con una almohada entre las extremidades para mantener horizontal la extremidad a intervenir. Se flexiona la rodilla contralateral para que no se vean imágenes fluoroscópicas superpuestas. Se coloca el fluoroscopio a espaldas del paciente (**Figura 2**).

Se marca sobre la piel la osteotomía propuesta utilizando el fluoroscopio; para ello, es necesaria una imagen lateral del tobillo (se debe visualizar completamente superpuesto el lado medial y lateral de la cúpula astragalina). Para evitar lesiones vasculonerviosas, se ha descrito una zona segura que comprende desde la línea que une la inserción de la fascia plantar con la zona posterosuperior de la tuberosidad del calcáneo y una línea paralela situada 11 mm anterior a la primera⁽¹²⁾ (véanse las consideraciones de las complicaciones más adelante).

Existen 2 diseños de osteotomía percutánea posible: osteotomía recta (como la osteotomía abierta clásica) o en forma de V (*chevron*). La osteotomía recta es más inestable y puede favorecer el ascenso de la tuberosidad del calcáneo, algo que no suele contribuir a la corrección del pie plano. Además, un estudio en cadáver avala a la osteotomía en V una menor tasa de fallo⁽²⁾. Por ello, nosotros realizamos la osteotomía en V.

Marcamos el vértice de la V en la piel dentro de la zona de seguridad, desde donde marcamos una línea plantar paralela al borde posteroinferior de la tuberosidad y una línea dorsal paralela al borde posterosuperior de la tuberosidad (**Figura 3**).

Osteotomía

Se realiza la incisión de piel de unos 3-5 mm en el vértice de la V con un bisturí de tipo Beaver 64 y, posteriormente, se separan las partes blandas con un mosquito y se despegan levemente del calcáneo con un periostotomo.

Ayudándose del mosquito para separar las partes blandas, se introduce una fresa Shannon 2 o 3 × 20 mm (FH Orthopedics, Mulhouse, Francia) en el vértice de la V. Comprobada la correcta posición de la fresa en la fluoroscopia (desconectando el motor de la fresa) (**Figura 4**), esta se avanza perpendicularmente al eje del calcáneo hasta atravesar la segunda cortical. Inclinando la fresa

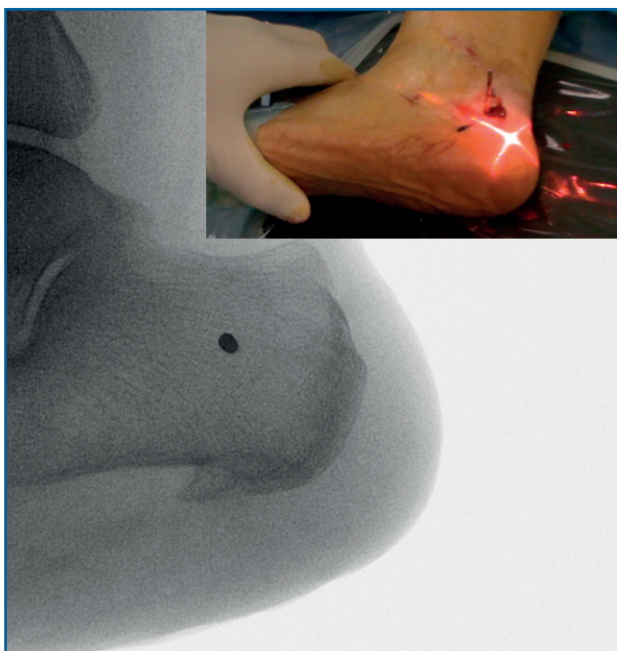


Figura 4. Imagen fluoroscópica de la fresa suelta introducida y su correspondencia en cirugía.

se pueden obtener diferentes desplazamientos, si bien, para conseguir un mayor desplazamiento, se recomienda avanzar perpendicularmente al eje. Si se quiere conseguir cierto efecto de descenso además de medialización de la tuberosidad

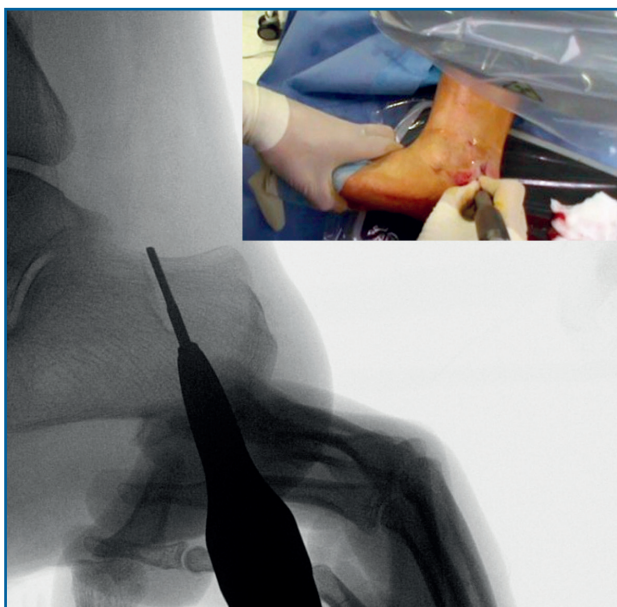


Figura 5. Imagen fluoroscópica del trazo dorsal de la osteotomía y su correspondencia en cirugía.

se dirigiría la fresa en dirección de dorsolateral a plantomedial unos 15-30° respecto a la perpendicular del eje del calcáneo. Si lo que se quiere es obtener un efecto de elevación (beneficioso en el cavo posterior), la dirección sería la contraria, es decir, de lateroplantar a dorsomedial. Se podría obtener también acortamiento del calcáneo si la fresa se dirige de lateral distal a medial proximal, e incluso un alargamiento (de lateral proximal a medial distal), aunque esto último dificultaría el desplazamiento por la tensión de los tejidos⁽¹³⁾.

La fresa se coloca en línea con el trazo de osteotomía dibujado en la piel, primero el dorsal y después el plantar (**Figuras 5 y 6**), y va cortando la pared lateral y el hueso esponjoso del calcáneo y progresando paulatinamente hasta alcanzar la segunda cortical y cortarla cuidadosamente. Se recomienda no superar en 6.000 rpm la velocidad de la fresa para evitar la osteonecrosis térmica. A pesar de que el procedimiento se realiza sin isquemia para que la sangre refrigere el calor de la fresa, se recomienda que el ayudante aporte suero salino para contribuir a tal efecto.

Se comprueba si la osteotomía es completa; si es así, la tuberosidad del calcáneo podrá manipularse hacia lateral y medial. Si no se consigue mover, será necesario repasar la osteotomía con la fresa palpando y fresando las posibles zonas no osteotomizadas que queden.

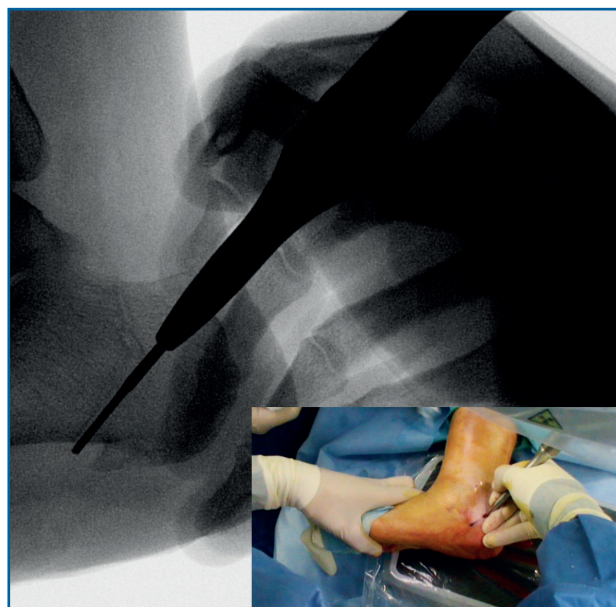


Figura 6. Imagen fluoroscópica del trazo plantar de la osteotomía y su correspondencia en cirugía.

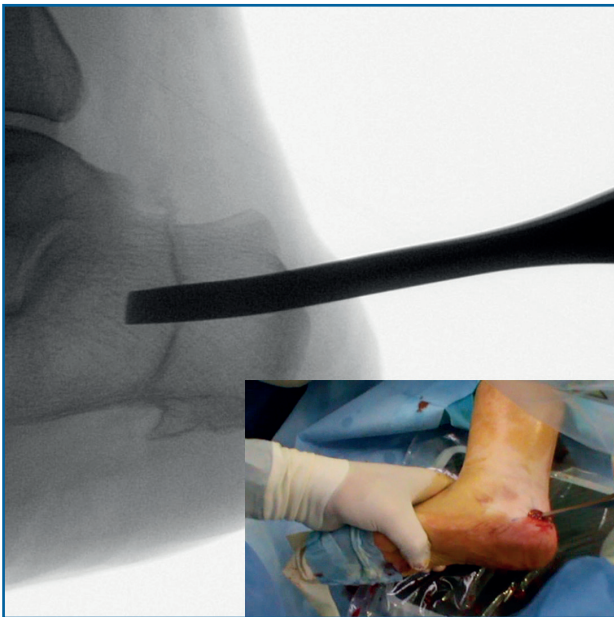


Figura 7. Imagen fluoroscópica de la traslación de la tuberosidad con un periostotomo (imagen anteroposterior) y su correspondencia en cirugía.

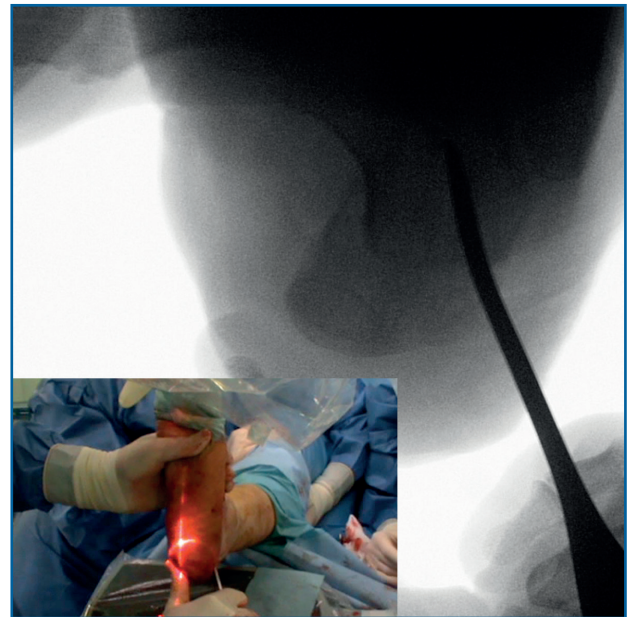


Figura 8. Imagen fluoroscópica de la traslación de la tuberosidad con un periostotomo (imagen axial) y su correspondencia en cirugía.

Corrección

Una vez completada, se desplaza la tuberosidad del calcáneo manualmente en la dirección necesaria para la corrección de la deformidad y se introduce un periostotomo a través de la incisión en el escalón que queda tras el desplazamiento para aumentar y mantener dicho desplazamiento. En caso de pie plano valgo, el desplazamiento es medial y se introduce el periostotomo en dirección anterior en la esponjosa del cuerpo del calcáneo para aumentar la traslación (**Figuras 7 y 8**). En caso de pie cavo varo, el desplazamiento es lateral y se introduce el periostotomo en la esponjosa de la tuberosidad.

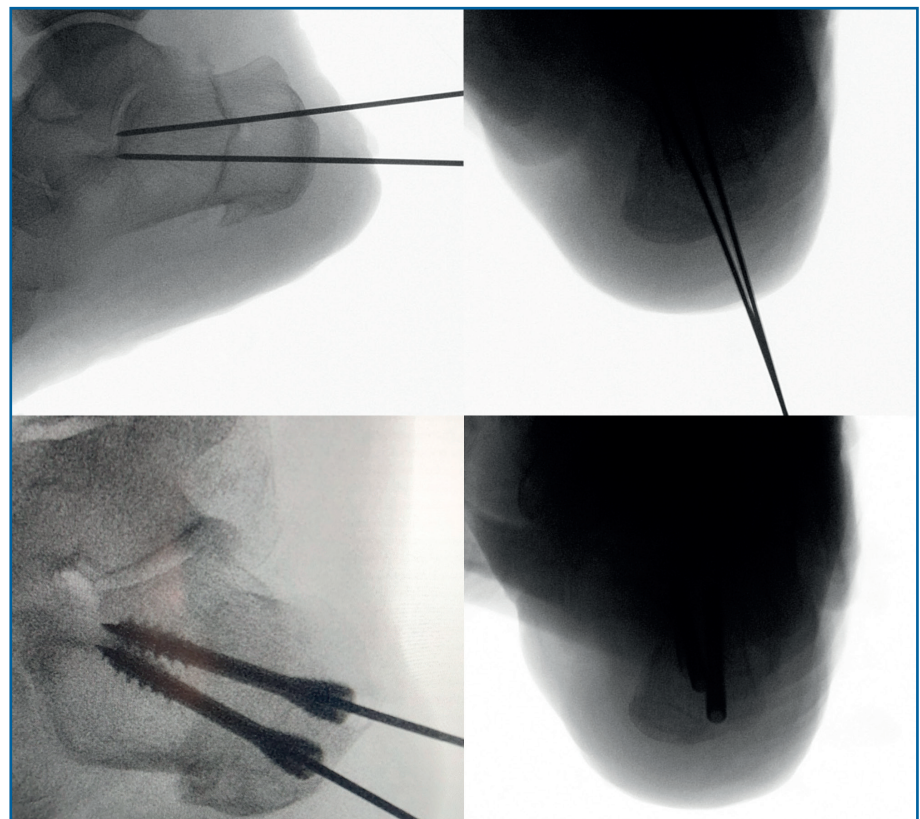


Figura 9. Imágenes fluoroscópicas de fijación de la osteotomía con agujas de Kirschner y tornillos canulados en anteroposterior y axial del calcáneo.

Se debe mantener la rodilla flexionada para evitar que la tensión del Aquiles nos limite el desplazamiento.

Osteosíntesis

Una vez comprobado el suficiente desplazamiento en la proyección axial del calcáneo, se fija la osteotomía con 2 agujas de Kirschner sobre las que se introducirán 2 tornillos canulados de un tamaño de entre 5,5 y 7 mm, y se verifica su correcta colocación en la visión lateral y axial fluoroscópica (**Figura 9**).

Se cierran las heridas con grapas y se coloca férula de yeso.

Protocolo postoperatorio

Generalmente, se realiza un control de las heridas quirúrgicas a la semana de la cirugía y se retiran las grapas a las 2 semanas.

Los procedimientos que acompañan a la OCP en la corrección de las deformidades suelen marcar el tiempo de descarga e inmovilización. Cuando la osteotomía es el único procedimiento óseo de la corrección, se autoriza una carga protegida con bota de tipo Walker e inicio de ejercicios de flexoextensión de tobillo a las 4-5 semanas, para posteriormente iniciar progresivamente la carga



Figura 10. Radiografía en carga a los 2 meses de la cirugía.

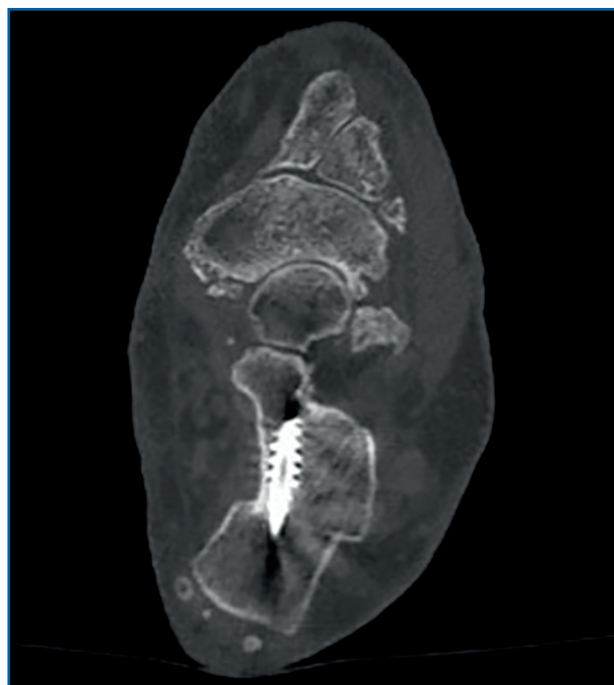


Figura 11 Detalle de la osteotomía en la tomografía computarizada a los 3 meses.

completa 2 semanas después (**Figuras 10 y 11**).

Discusión

Consideraciones sobre las complicaciones

La posibilidad de realizar una osteotomía de calcáneo a través de una pequeña incisión (**Figura 12**) es atractiva en la cirugía reconstructiva de pie-tobillo, pero debe lograrse sin poner en riesgo las estructuras vasculonerviosas. La variabilidad anatómica de estas estructuras dificulta, sin embargo, la seguridad del procedimiento.

Nervio sural

La lesión del nervio sural



Figura 12. Detalle de las incisiones utilizadas.

es la complicación más frecuente en el abordaje abierto de la osteotomía del calcáneo⁽⁸⁾, a pesar de que existen estudios que tratan de establecer referencias anatómicas para unos criterios de incisión seguros tanto en una técnica abierta como percutánea de osteotomía del calcáneo⁽¹⁴⁾. En un estudio anatómico se constató que existe en hasta un 70% de los casos una rama calcánea lateral originada proximalmente en el nervio sural que cruza la zona de osteotomía, tanto percutánea como abierta⁽¹⁵⁾. No obstante, Talusan et al.⁽¹²⁾ publican una menor frecuencia de lesión en la OPC justificando una menor tracción de partes blandas y una menor lesión de la fresa frente a la sierra oscilante de la cirugía abierta.

Estructuras vasculonerviosas mediales

Las estructuras vasculonerviosas mediales también pueden estar en riesgo, sobre todo si el trazo de la osteotomía se realiza excesivamente anterior. Un estudio en cadáver⁽¹⁶⁾ reflejó que ramas del nervio plantar lateral y ramas de la arteria tibial posterior podrían ser las que más frecuentemente cruzaran el camino de la osteotomía. Sin embargo, estas ramas parecen ser protegidas por la cabeza medial del músculo cuadrado plantar que se inserta en la cara medial del calcáneo⁽¹⁵⁾, particularmente con el uso de la fresa percutánea, que está diseñada para detenerse al contacto con las partes blandas.

Existe también riesgo de lesión vasculonerviosa medial por la reducción del volumen del

túnel tarsiano o la compresión por el retináculo flexor inferior, pero estas dos complicaciones infrecuentes están en relación con la traslación de la tuberosidad y no con el abordaje realizado⁽³⁾.

Donde el acceso percutáneo ofrece mayor superioridad es sin duda en el manejo de las partes blandas. La mayor parte de los trabajos sobre la OPC no reportan complicaciones de la herida^(2,11) o, si lo hacen, en una tasa estadísticamente inferior a la cirugía abierta⁽¹⁰⁾. Esto se debe tener en cuenta para el abordaje de otros procedimientos que suelen acompañar a la osteotomía del calcáneo en la corrección de deformidades. En concreto, en el pie cavo varo no es infrecuente la reconstrucción de los ligamentos laterales del tobillo o la reconstrucción de los tendones peroneos –precisando unas incisiones próximas al sitio de osteotomía calcánea–, con la consiguiente dificultad para obtener unos puentes de piel viables en el caso de la cirugía abierta.

Consideraciones sobre la fijación

Los tornillos son el método más utilizado para fijar la osteotomía calcánea. En el desplazamiento lateral de la tuberosidad esta fijación es unánime entre los cirujanos. En el desplazamiento medial los estudios comparativos sobre métodos de fijación son más abundantes^(17,18), otorgándose a la placa bloqueada una mayor rigidez –si bien la comparación es frente a un único tornillo de 7 mm– y una menor tasa de intolerancia del material⁽¹⁷⁾. Es por ello que han surgido autores que realizan una fijación con placa percutánea que les permite una carga precoz y un menor coste –si se tiene en cuenta la cirugía de retirada del material⁽³⁾–.

Pese a todo, lo más habitual en la fijación de una OPC es el uso de 1 o 2 tornillos (ofrece mayor estabilidad rotacional) canulados y sin cabeza de 5,5–6,5 mm^(2,10,11).

Consideraciones sobre la traslación

Según el trabajo de Arangio et al.⁽¹⁹⁾, un desplazamiento medial de 10 mm de la tuberosidad del calcáneo disminuye sustancialmente la carga del arco medial y el primer radio, y la traslada al lado lateral del pie cambiando la biomecánica

que provoca la deformidad. Existen estudios en cadáver sobre las consecuencias mecánicas de la traslación medial de la tuberosidad del calcáneo, también teniendo como referencia la cifra de 10 mm^(20,21). También en el desplazamiento lateral, aunque con poco soporte científico, se considera el límite de 10 mm⁽²²⁾. Y, sin embargo, no hay ninguna pauta que ayude a determinar la cantidad de desplazamiento que es necesario para la correcta alineación del retropié⁽²³⁾.

Lo que sí parece claro, a juzgar por los artículos publicados, es que la OPC permite una traslación del calcáneo comparable a la cirugía abierta. Kendal *et al.*⁽¹⁰⁾ en su estudio comparativo entre la osteotomía abierta y la percutánea no observan diferencias significativas en la traslación, y Jowett *et al.*⁽²⁴⁾ obtienen en su trabajo en cadáver una media de traslación de 16,7 ± 3,4 mm.

Conclusiones

La OPC ofrece la capacidad de corrección del abordaje abierto con las potenciales ventajas de menor dolor postoperatorio, menores complicaciones de la herida y menor iatrogenia⁽³⁾, por lo que repercute positivamente en la recuperación de deformidades en las que suelen asociarse varios procedimientos.

Por ello, es particularmente útil en pacientes con comorbilidades tales como neuropatía periférica, diabetes y cirugías previas con mal estado de las partes blandas (artrodesis subtalar con retropié mal alineado, secuelas de fracturas de calcáneo, heridas previas...), ya que permite desarrollar una normoalineación con mayor seguridad de las partes blandas^(11,25).



Vídeo 1. Osteotomía del calcáneo percutánea: técnica quirúrgica.

En manos de cirujanos experimentados en la cirugía abierta, ha demostrado ser una técnica reproducible con una curva de aprendizaje corta⁽¹¹⁾, por lo que es una alternativa fiable al clásico abordaje lateral.

Videotécnica

La videotécnica que acompaña a este artículo (**Vídeo 1**) se puede visualizar en el siguiente enlace: <https://youtu.be/r1ljDbknwJQ>.

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 intereses.

Bibliografía

1. Guyton GP. Minimally Invasive Osteotomies of the Calcaneus. *Foot Ankle Clin.* 2016;21(3):551-66.
2. Gutteck N, Zeh A, Wohlrab D, Delank KS. Comparative Results of Percutaneous Calcaneal Osteotomy in Correction of Hindfoot Deformities. *Foot Ankle Int.* 2019;40(3):276-81.
3. Sherman TI, Guyton GP. Minimal Incision/Minimally Invasive Medializing Displacement Calcaneal Osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2018;39(1):119-28.
4. Guha AR, Perera AM. Calcaneal osteotomy in the treatment of adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2012;17(2):247-58.
5. Johnson KA, Strom DE. Tibialis posterior tendon dysfunction. *Clin Orthop Relat Res.* 1989 Feb;(239):196-206.
6. Núñez-Samper M, Llanos FL. *Biomecánica, Medicina y Cirugía del Pie.* 2.ª ed. Masson; 2007.

7. Coughlin MJ, Mann RA, Sztzman CL. *Pie y Tobillo*. Marbán Libros; 2011.
8. Wacker JT, Hennessy MS, Saxby TS. Calcaneal osteotomy and transfer of the tendon of flexor digitorum longus for stage-II dysfunction of tibialis posterior. Three- to five-year results. *J Bone Joint Surg Br*. 2002 Jan;84(1):54-8.
9. Ray RJS, Kumar S. Complications of calcaneal osteotomy. *J Bone Joint Surg Br*. 2010;92(92B):590.
10. Kendal AR, Khalid A, Ball T, Rogers M, Cooke P, Sharp R. Complications of minimally invasive calcaneal osteotomy versus open osteotomy. *Foot Ankle Int*. 2015;36(6):685-90.
11. Kheir E, Borse V, Sharpe J, Lavalette D, Farndon M. Medial displacement calcaneal osteotomy using minimally invasive technique. *Foot Ankle Int*. 2015;36(3):248-52.
12. Talusan PG, Cata E, Tan EW, Parks BG, Guyton GP. Safe Zone for Neural Structures in Medial Displacement Calcaneal Osteotomy: a Cadaveric and Radiographic Investigation. *Foot Ankle Int*. 2015;36(12):1493-8.
13. Walther M, Krieglstein S. Die perkutane Kalkaneusverschiebeosteotomie. *Oper Orthop Traumatol*. 2016 Aug;28(4):309-20.
14. Park JH, Park KR. The incision strategy for minimizing sural nerve injury in medial displacement calcaneal osteotomy: a cadaveric study. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):356.
15. Durston A, Bahoo R, Kadambande S, Hariharan K, Mason L. Minimally Invasive Calcaneal Osteotomy: Does the Shannon Burr Endanger the Neurovascular Structures? A Cadaveric Study. *J Foot Ankle Surg*. 2015 Nov-Dec;54(6):1062-6.
16. Greene DL, Thompson MC, Gesink DS, Graves SC. Anatomic study of the medial neurovascular structures in relation to calcaneal osteotomy. *Foot Ankle Int*. 2001;22(7):569-71.
17. Abbasian A, Zaidi R, Guha A, Goldberg A, Cullen N, Singh D. Comparison of three different fixation methods of calcaneal osteotomies. *Foot Ankle Int*. 2013;34(3):420-5.
18. Saxena A, Patel R. Medial Displacement Calcaneal Osteotomy: a Comparison of Screw Versus Locking Plate Fixation. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55(6):1164-8.
19. Arangio GA, Salathe EP. A biomechanical analysis of posterior tibial tendon dysfunction, medial displacement calcaneal osteotomy and flexor digitorum longus transfer in adult acquired flat foot. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2009 May;24(4):385-90.
20. Davitt JS, Beals TC, Bachus KN. The effects of medial and lateral displacement calcaneal osteotomies on ankle and subtalar joint pressure distribution. *Foot Ankle Int*. 2001;22(11):885-9.
21. Steffensmeier SJ, Saltzman CL, Berbaum KS, Brown TD. Effects of medial and lateral displacement calcaneal osteotomies on tibiotalar joint contact stresses. *J Orthop Res*. 1996 Nov;14(6):980-5.
22. Bariteau JT, Blankenhorn BD, Tofte JN, DiGiovanni CW. What is the role and limit of calcaneal osteotomy in the cavovarus foot? *Foot Ankle Clin*. 2013;18(4):697-714.
23. Chan JY, Williams BR, Nair P, Young E, Sofka C, Deland JT, et al. The contribution of medializing calcaneal osteotomy on hindfoot alignment in the reconstruction of the stage II adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Int*. 2013;34(2):159-66.
24. Jowett CR, Rodda D, Amin A, Bradshaw A, Bedi HS. Minimally invasive calcaneal osteotomy: a cadaveric and clinical evaluation. *Foot Ankle Surg*. 2016;22(4):244-7.
25. Lee M, Guyton GP, Zahoor T, Schon LC. Minimally Invasive Calcaneal Displacement Osteotomy Site Using a Reference Kirschner Wire: a Technique Tip. *J Foot Ankle Surg*. 2016 Sep-Oct;55(5):1121-6.