



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Comparación de resultados entre la osteotomía del calcáneo percutánea con la abierta

Myriam Carolina Ospina Balaguera

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, Unidad de Ortopedia y Traumatología
Bogotá, Colombia
2023

Comparación de resultados entre la osteotomía del calcáneo percutánea con la abierta

Myriam Carolina Ospina Balaguera

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título

de:

Ortopedista y traumatóloga

Director (a):

Dr. Francisco Javier García Bermúdez

Línea de Investigación:

Ortopedia de pie y tobillo

Grupo de Investigación:

Unidad de Ortopedia y Traumatología de la Universidad Nacional de Colombia

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Unidad de Ortopedia y Traumatología

Bogotá, Colombia

2023

A Dios

A mis padres

Quienes me dieron el privilegio de estudiar

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Carolina Ospina B.

Myriam Carolina Ospina Balaguera

Fecha 04/02/2023

Agradecimientos

Me considero una persona muy afortunada de graduarme de especialista de Ortopedia en la mejor universidad del país.

Nada de esto hubiera sido posible sin Dios, a quien le debo todo. Si alguien me pregunta cuál es el secreto para ser exitoso, sin duda alguna diré: "Poner a Dios primero".

Durante la residencia tuve el gran privilegio de tener a los mejores profesores, algunos eran profesores de mucha experiencia y sabiduría y algunos de esos maestros fueron mis propios compañeros. A muchos de ellos los considero no solo mis profesores y colegas, sino mis amigos. Amigos de toda la vida.

Le agradezco al Dr. Francisco García por brindarme la confianza de investigar con él estos dos últimos años. Admiro su conocimiento y habilidad quirúrgica. Para mí, es la referencia en la ortopedia de pie y tobillo.

Al Dr. Calixto por enseñarme el arte de la diplomacia.

Al Dr. Vergara por su vocación para enseñar.

Al Dr. Mahecha por traer risas a la ortopedia.

Al Dr. Castañeda por su disposición a ayudar.

A la Dra. Ponce y al Dr. Huertas por aportar nuevas cosas al programa.

A los Dres. Martínez y López, por darme la mejor rotación de la residencia.

Al Dr. Torres, por ser un apoyo para mí.

A mis compañeros, sobre todo a quienes estando ellos aprendiendo, quisieron compartir sus conocimientos conmigo.

Resumen

Comparación de resultados entre la osteotomía del calcáneo percutánea con la abierta

Introducción: Las osteotomías del calcáneo son procedimientos que se usan para corregir deformidades del retropié. Usualmente las complicaciones son bajas, ocasionalmente en relación a complicaciones de la herida en un 5 - 28%, no unión o irritación de los tejidos blandos, en especial con los abordajes que requieran disección extensa. En un intento de reducir las complicaciones de la osteotomía abierta del calcáneo se han desarrollado técnicas mínimamente invasivas para realizar el corte del calcáneo de forma percutánea.

Materiales y métodos: Se desarrolló un estudio comparativo retrospectivo de pacientes tratados con osteotomías de calcáneo durante el periodo comprendido entre 2018 a 2022. Se obtuvo una muestra de 12 pacientes, de los cuales 6 recibieron osteotomía percutánea y 6 pacientes fueron llevados a osteotomía abierta.

Resultados: Encontramos que el tiempo promedio de seguimiento fue mayor ($p < 0,01$), el tiempo promedio para inicio de apoyo fue menor ($p < 0,04$) y el puntaje promedio de la escala AOFAS fue superior ($p < 0,03$) en el grupo de osteotomía abierta, sin embargo, la tasa de complicaciones fue mayor también en este grupo ($p < 0,045$). No hubo diferencias significativas en edad, sexo, lateralidad, alineación pre y postquirúrgica del retropié, dolor postoperatorio inmediato y al final del seguimiento y movilidad.

Discusión: Nuestros hallazgos sugieren que aunque la osteotomía percutánea del calcáneo ofrece los beneficios de una cirugía mínimamente invasiva con respecto a la disminución de complicaciones relacionadas con el abordaje tradicional, los resultados reportados por los pacientes y el tiempo de inicio de apoyo favorecen la osteotomía abierta.

Palabras clave: Osteotomía, calcáneo, deformidad, retropié, percutánea, mínimamente invasiva, pie plano valgo, pie cavo varo.

Abstract

Comparison of results between percutaneous and open calcaneal osteotomy

Introduction: Calcaneal osteotomies are procedures used to correct hindfoot deformities. Complications are usually low, frequently in relation to wound complications in 5-28%, non-union or irritation of the soft tissues, especially with approaches that require extensive dissection. In an attempt to reduce the complications of open calcaneal osteotomy, minimally invasive techniques have been developed to cut the calcaneus percutaneously.

Materials and methods: A retrospective comparative study of patients treated with calcaneal osteotomies was developed during the period between 2018 and 2022. A sample of 12 patients was obtained, of which 6 received percutaneous osteotomy and 6 patients underwent open osteotomy.

Results: We found that the mean follow-up time was longer ($p < 0.01$), the mean time to initiation of support was shorter ($p < 0.04$), and the mean AOFAS score was higher ($p < 0.03$) in the open osteotomy group, however, the complication rate was also higher in this group ($p 0.045$). There were no significant differences in age, sex, laterality, pre- and post-surgical alignment of the hindfoot, immediate postoperative pain and at the end of follow-up, and mobility.

Discussion: Our findings suggest that although percutaneous calcaneal osteotomy offers the benefits of minimally invasive surgery with respect to decreased complications related to the traditional approach, patient-reported results and support onset time favor open osteotomy.

Key words: Calcaneal osteotomy, hindfoot deformity, percutaneous osteotomy, minimally invasive osteotomy, pes planovalgus, pes cavovarus, calcaneus.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XII
Lista de tablas	XIII
Lista de Símbolos y abreviaturas	XIV
Introducción.....	1
1. Materiales y métodos.....	3
2. Resultados	5
3. Discusión	13
4. Conclusiones	15
Bibliografía.....	17

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1: Radiografías intraoperatorias de pacientes tratados con osteotomía percutánea	2
Figura 2: Resultado postoperatorio de un paciente tratado con osteotomía percutánea a las 12 semanas de seguimiento	4

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1: Características socioemográficas	5
Tabla 2: Diagnósticos principales y procedimientos realizados	6
Tabla 3: Desenlaces clínicos	8
Tabla 4: Comparación entre desenlaces y tipo de osteotomía	9

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>AOFAS</i>	American Orthopaedic Foot and Ankle Society
<i>SD</i>	Standard deviation
<i>SNC</i>	Sistema nervioso central
<i>VAS</i>	Visual analogue scale

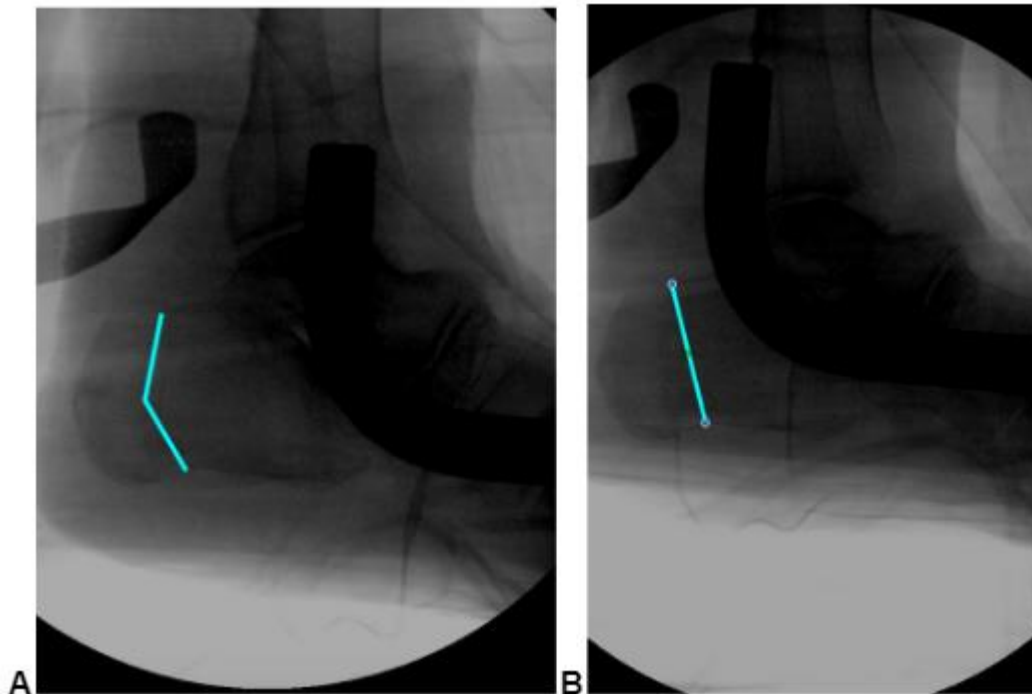
Introducción

Las osteotomías del calcáneo son procedimientos que se usan para corregir deformidades del retropié. Tradicionalmente se hacen mediante técnica abierta con una incisión lateral u oblicua. Los métodos de fijación de la osteotomía incluyen tornillos con cabeza, tornillos con cabeza ocultable o una placa bloqueada lateral.

Usualmente las complicaciones son bajas, ocasionalmente en relación a complicaciones de la herida en un 5 - 28%, no unión o irritación de los tejidos blandos, en especial con los abordajes que requieran disección extensa (1, 2).

En un intento de reducir las complicaciones de la osteotomía del calcáneo se han desarrollado técnicas mínimamente invasivas para realizar el corte del calcáneo de forma percutánea. El procedimiento, introducido desde 2004 por Dull (3), se realiza bajo visión fluoroscópica para identificar la ubicación y orientación de la osteotomía en el calcáneo. Se realiza una incisión de 5 mm en el aspecto lateral del talón sobre el sitio planeado de la osteotomía. La fresa se inserta desde lateral en dirección medial, Walter et al (4) describió el corte en forma de V acostada con el vértice hacia posterior y otros autores realizan un corte oblicuo desde el aspecto posterosuperior de la tuberosidad hacia el origen de la fascia plantar en el aspecto inferior (Figura 1). La cortical medial se puede romper cuidadosamente con la fresa o mediante un osteotomo. La osteotomía se desliza para corregir la alineación del retropié y se estabiliza con un tornillo canulado de forma percutánea (5). Bahman et al describió en su estudio que la fijación con un tornillo único provee los mismos resultados de unión y complicaciones que la fijación con dos tornillos (6).

Figura 1: Radiografías intraoperatorias de pacientes tratados con osteotomía percutánea.



Series de casos y estudios anatómicos indican que las complicaciones de la herida son más bajas con la técnica percutánea (7, 8). Así mismo, es más bajo el riesgo de lesión neurovascular (9). Uno de los dispositivos de corte para esta técnica es la fresa de Shannon, que en estudios clínicos y anatómicos no se ha encontrado que cause lesión neurovascular (10). Talusan et al, describió una zona de seguridad para la técnica percutánea que brinda un área que protege los nervios calcáneos lateral y medial y el nervio sural. De hecho, existe mayor riesgo de lesión de los nervios calcáneo medial y lateral con el abordaje tradicional que con la técnica percutánea. (11).

Gutteck et al llevó a cabo un estudio de casos y controles comparando la osteotomía del calcáneo percutánea versus abierta en el que no encontró diferencias significativas de las mediciones radiológicas, no unión, dolor, pero sí encontraron un menor riesgo de complicaciones de la herida y menor tiempo de hospitalización (12).

El objetivo de este estudio es comparar los resultados clínicos y radiológicos entre la osteotomía percutánea y abierta del calcáneo.

1. Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación cuenta con la aprobación del comité de ética. La población a estudio fueron pacientes que recibieron manejo quirúrgico con osteotomías abierta y percutánea de calcáneo para deformidades del retropié.

Se desarrolló un estudio comparativo retrospectivo para evaluar las osteotomías de calcáneo abierta versus percutánea en 12 pacientes que recibieron tratamiento quirúrgico para corrección de mala alineación del retropié, durante el periodo comprendido entre 2018 a 2022 en el Hospital Universitario Nacional en la ciudad de Bogotá, Colombia. Las osteotomías del calcáneo fueron dos tipos: percutánea mediante corte oblicuo o en “V” acostada (Figura 1) y abierta tipo Koutsogiannis, en Z y Dwyer. Se excluyeron pacientes con cirugía previa en calcáneo.

Nuestras variables desenlace fueron el dolor postoperatorio según la escala VAS (visual analogue scale) medido en el periodo postoperatorio inmediato y al final del seguimiento, la puntuación reportada por el paciente de la escala AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) al final del seguimiento, la corrección del retropié, las complicaciones de la herida, la movilidad del tobillo postoperatoria, el tiempo de inicio de apoyo, la tasa de no unión y el compromiso de la subtalar por la osteotomía.

Se evaluaron variables demográficas como edad, sexo, lateralidad; variables clínicas como patología principal de los pacientes, alineación prequirúrgica y postquirúrgica del retropié (Figura 2) y procedimientos asociados. Se realizó un análisis descriptivo de las variables cuantitativas con medidas de tendencia central y de las variables cualitativas con tablas de frecuencia. Para el análisis de las variables cualitativas se realizó una comparación de proporciones mediante el test de chi cuadrado. Para el análisis de las variables cuantitativas se determinó la normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilk y

dependiendo de los resultados se realizaron las pruebas de T-student para comparar variables con distribución normal y la de U Mann Whitney para variables con distribución no normal. Los resultados se presentan con una significancia de p de 0.05. El análisis de los datos se realizó con el software DataTab(R). No existen conflictos de interés en el presente estudio.

Figura 2: Resultado postoperatorio de un paciente tratado con osteotomía percutánea a las 12 semanas de seguimiento.



2.Resultados

En total fueron 12 pacientes. El 50% fueron hombres y el 50% fueron mujeres. La edad en promedio de los pacientes fue de 49,16 (21 - 74, SD 18,29). El 50% fueron en pies derechos y el 50% en pies izquierdos. (Tabla 1).

Tabla 1: Características sociodemográficas.

	n	Porcentaje
Sexo		
Femenino	6	50
Masculino	6	50
Edad (años) Promedio = 49,16 (21 - 74) SD 18,29		
Lateralidad		
Izquierda	6	50
Derecha	6	50

El diagnóstico principal de los pacientes fue pie plano valgo en el 25%, patología de peroneos, incluyendo luxación y rupturas, en el 25%, deformidades secundarias a enfermedades del SNC en el 16,6%, enfermedad de Charcot Marie Tooth en el 8.3%, deformidad postraumática en el 8,3%, enfermedad de Muller Weiss en el 8,3% e

inestabilidad del tobillo en el 8,3%. El 75% de los pacientes tenían una alineación en varo del retropié y el 25% en valgo. El 50% fueron tratados con osteotomía percutánea y el 50% con osteotomía abierta del calcáneo. Teniendo en cuenta que las patologías de estos pacientes involucran deformidades no sólo del retropié, la osteotomía del calcáneo no fue el único procedimiento realizado en el mismo tiempo quirúrgico. Dentro de los otros procedimientos realizados en los pacientes según su patología se incluyeron osteotomías en mediopié y/o antepié en el 41,6%, artrodesis en medio pié y/o antepié en el 41,6%, alargamiento del tendón de Aquiles y/o gastrocnemio medial en el 23,07%, transferencias tendinosas del tibial posterior, tibial anterior, flexor y/o digitorum longus en el 33,3%, tenoscopia de peroneos y/o tibial posterior en el 33,3%, reconstrucciones ligamentarias del complejo lateral del tobillo y/o ligamento de Spring en el 33,3%, condroplastia y sinovectomía por artroscopia en el 16,6%, tenotomías de extensores y flexores en el 16,6%, liberación de la fascia plantar en el 8,3% y reconstrucción del retináculo lateral en el 8,3% (Tabla 2).

Tabla 2: Diagnósticos principales y procedimientos realizados.

Diagnóstico principal	n	Porcentaje
Total	12	100
Patología peroneos	3	25
Pie plano adquirido (deficiencia del tibial posterior)	3	25
Deformidad neuropática	2	16,6
Charcot Marie Tooth	1	8,3
Inestabilidad tobillo	1	8,3
Deformidad postraumática	1	8,3
Enfermedad de Müller Weiss	1	8,3
Alineación del retropié		

Varo	9	75
Valgo	3	25
Tipo de osteotomía		
Percutánea	6	50
En V	3	
Oblicua	3	
Abierta	6	50
Koutsogiannis	3	
Dwyer	2	
En Z	1	
Otros procedimientos asociados		
Osteotomías en mediopié, metatarsianos y/o falanges	5	41,6
Artrodesis interfalángicas o en medio pie	5	41,6
Transferencias tendinosas	4	33,3
Tenoscopia	4	33,3
Reconstrucciones ligamentarias	4	33,3
Alargamientos tendinosos	3	23,07
Condroplastia y sinovectomía por artroscopia	2	16,6
Tenotomías de extensores y flexores	2	16,6
Fasciotomía plantar	1	8,3
Reconstrucción retináculo lateral	1	8,3

En total, el tiempo de seguimiento en promedio fue de 23,33 meses. El tiempo de inicio de apoyo en promedio fue de 5,91 semanas. El dolor postoperatorio (VAS) inmediato fue de 8, al momento final del seguimiento fue de 3,58 y la reducción del dolor fue en promedio de 5,08 puntos. La puntuación AOFAS al final del seguimiento en promedio fue de 70,33. La alineación del retropié prequirúrgica en promedio fue de 4,91° (varo), la alineación del retropié postquirúrgica en promedio fue de -2.33° (valgo) y la corrección en promedio fue de 12,25°. Al final del seguimiento, la flexión plantar fue de 25,41°, la flexión dorsal de 10,41, la inversión de 7,5° y la eversión de 4,16°. No hubo casos de no unión ni de compromiso de la subtalar (Tabla 3).

Tabla 3: Desenlaces clínicos.

	Promedio	Rango	Desviación estándar
Tiempo de seguimiento (meses)	23,33	3 - 57	21,32
Tiempo para inicio de apoyo (semanas)	5,91	4 - 8	1,5
Dolor POP inmediato (VAS)	8	4 - 10	2,48
Dolor POP al final del seguimiento (VAS)	3,58	0 - 6	1,78
Reducción dolor (VAS)	5,08	3 - 7	1,67
AOFAS	70,33	39 - 95	18,79
Alineación prequirúrgica del retropié (grados)	4,91	-20 - 45	17,29
Alineación postquirúrgica del retropié (grados)	-2.33	-10 - 0	3,28
Corrección alineación del retropié	12,25	5 - 48	12,33
Flexión plantar POP	25,41	5 - 40	8,64
Flexión dorsal POP	10,41	0 - 20	8,38

Inversión POP	7,5	0 - 15	5,83
Eversión POP	4,16	0 - 10	4,68
No unión	0		
Compromiso de la subtalar	0		

Al realizar el análisis comparativo encontramos que no hubo diferencias significativas en edad, sexo, lateralidad, alineación pre y postquirúrgica del retropié, dolor postoperatorio inmediato y al final del seguimiento y movilidad. Encontramos que el tiempo promedio de seguimiento fue mayor ($p < 0,01$), el tiempo promedio para inicio de apoyo fue menor ($p < 0,04$) y el puntaje promedio de la escala AOFAS fue superior ($p < 0,03$) en el grupo de osteotomía abierta, sin embargo, la tasa de complicaciones fue mayor también en este grupo ($p < 0,045$), siendo estas diferencias estadísticamente significativas (Tabla 4). La tasa de complicaciones en el grupo de osteotomía abierta fue del 50%. Dichas complicaciones estuvieron relacionadas al abordaje, tales como dolor en la cicatriz ($n=1$) e hipoestesis en territorio del sural ($n=2$).

Tabla 4: Comparación entre desenlaces y tipo de osteotomía.

Variables	Percutánea (N=6)	Abierta (N=6)	P value
Sexo			
Femenino	3 (50%)	3 (50%)	1
Masculino	3 (50%)	3 (50%)	
Edad (promedio)	52,33	46	0,52
Lateralidad			
Izquierda	2 (33,3%)	4 (66,6%)	0,24
Derecha	4 (66,6%)	2 (33,3%)	

Alineación prequirúrgica del retropié			
Varo	5	4	
Valgo	1	2	0,3
Tiempo de seguimiento (promedio meses)	8,33	38,33	0,01
Tiempo para inicio de apoyo (promedio semanas)	6,83	5	0,043
Dolor POP inmediato (promedio VAS)	8,66	8,5	0,45
Dolor POP al final del seguimiento (promedio VAS)	4,16	2,83	0,14
Reducción dolor (promedio VAS)	4,5	5,66	0,21
AOFAS (promedio)	59,5	81,16	0,03
Alineación prequirúrgica del retropié (promedio grados)	11,66	-1,83	0,13
Alineación postquirúrgica del retropié (promedio grados)	-1.33	-3.33	0,36

Corrección alineación del retropié	16,33	8,16	0,3
Flexión plantar POP	23,33	27,5	0,43
Flexión dorsal POP	7,5	13,33	0,24
Inversión POP	5,83	9,16	0,32
Eversión POP	3,33	5	0,48
Complicaciones de la herida		3 (50%)	
Dolor en cicatriz	0	1	0,045
Hipoestesia territorio sural		2	
No unión	0	0	-
Compromiso de la subtalar	0	0	-

3. Discusión

Las osteotomías del calcáneo son frecuentemente usadas para corregir deformidades del retropié. El abordaje tradicional lateral se ha asociado con una prevalencia de complicaciones relacionadas con la herida y lesión neurovascular en el 5 - 28% (1, 6). Varios estudios han reportado menores tasas de complicaciones de la herida como lesión de los nervios sural, plantar medial y plantar lateral con el abordaje mínimamente invasivo (7, 8, 12). En nuestro estudio no hubo complicaciones relacionadas con la herida en el grupo de osteotomía percutánea, pero si en el 50% del grupo de osteotomía abierta. Estos estudios no reportaron diferencias en las escalas de dolor y AOFAS a favor o en contra de la osteotomía abierta y percutánea, pero en nuestro estudio si hubo una diferencia estadísticamente significativa a favor de la osteotomía abierta con la escala AOFAS, aunque en dolor no hubo diferencias significativas, y adicionalmente el tiempo de inicio de apoyo fue 1,8 semanas más temprano en el grupo de osteotomía abierta. Por otro lado, no hubo complicaciones relacionadas con la no unión o sub-corrección de la deformidad en ambos grupos.

Nuestros hallazgos sugieren que la osteotomía percutánea del calcáneo ofrece los beneficios de una cirugía mínimamente invasiva con respecto a la disminución de complicaciones relacionadas con el abordaje tradicional, sin embargo, los resultados reportados por los pacientes y el tiempo de inicio de apoyo favorecen la osteotomía abierta.

4. Conclusiones

Dentro de las limitaciones del estudio están el tamaño pequeño de la muestra y que los pacientes no fueron aleatorizados. No se pueden descartar los sesgos por ser un estudio retrospectivo. El tiempo de seguimiento de los pacientes con osteotomía abierta fue mayor que los pacientes con osteotomía percutánea y por ende la evaluación del dolor y la escala AOFAS no tienen el mismo seguimiento, lo cual puede ser un sesgo. Debido a que la osteotomía del calcáneo rara vez se hace de manera aislada, sino que hace parte de múltiples procedimientos que se pueden realizar en un mismo tiempo para el manejo de deformidades en el pie, es difícil aislar los resultados de la osteotomía del calcáneo, independientemente del método, de los demás procedimientos realizados al paciente y por ende no reflejar un resultado verdadero. Se requieren estudios prospectivos y aleatorizados para confirmar estos resultados.

Bibliografía

1. Abbrasian A, Zaidi R, Guha A, Goldberg A, Cullen N, Singh D. Comparison of three different fixation methods of calcaneal osteotomies. *Foot Ankle Int.* 2013;24(3):420-425.
2. Catanzariti AR, Lee MS, Mendicino RW. Posterior calcaneal displacement osteotomy for adult acquired flatfoot. *Foot Ankle Surg.* 2000;39(1):2-14.
3. Dull JM, DiDomenico LA. Percutaneous displacement calcaneal osteotomy. *J Foot Ankle Surg.* 2004 Sep-Oct;43(5):336-7. doi: 10.1053/j.jfas.2004.07.010. PMID: 15480412.
4. Walther M, Kriegelstein S, Altenberger S, Röser A. Percutaneous calcaneal sliding osteotomy. *Oper Orthop Traumatol.* 2016;28(4):309-320.
5. Lui TH. Percutaneous posterior calcaneal osteotomy. *Foot Ankle Surg.* 2015;54(6):1188-1192.
6. SahraNavard B, Hudson PW, de Cesar Netto C, et al. A comparison of union rates and complications between single screw and double screw fixation of sliding calcaneal osteotomy [published online ahead of print September 6, 2017]. *Foot Ankle Surg.* doi:10.1016/j.fas.2017.08.007.
7. 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):685-690.
8. Kheir E, Borse V, Sharpe J, Lavalette D, Farndon M. Medial displacement calcaneal osteotomy using minimally invasive technique. *Foot Ankle Int.* 2015;36(3):248-252.
9. DiDomenico LA, Anain J, Wargo-Dorsey M. Assessment of medial and lateral neurovascular structures after percutaneous posterior calcaneal displacement osteotomy: a cadaver study. *J Foot Ankle Surg.* 2011;50(6):668-671.
10. Durston A, Bohoo Rana, Kadambande S, Hariharan K, Mason L. Minimally invasive calcaneal osteotomy: Does the Shannon burr endanger the neurovascular structures? A cadaveric study. *Foot Ankle Surg.* 2015(54):1062-1066.

11. Talusan PT, Ezequiel C, 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):1493-1498.
12. Gutteck, N., Zeh, A., Wohlrab, D., & Delank, K.-S. (2018). Comparative Results of Percutaneous Calcaneal Osteotomy in Correction of Hindfoot Deformities. *Foot & Ankle International*, 107110071880944.doi:10.1177/1071100718809449