

Artrodesis subtalar primaria como tratamiento de fracturas conminutas de calcáneo Sanders tipo IV.

S. HORTELANO MARCO, M. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, F.E. NAVARRETE FAUBEL, V. VICENT CARSÍ.

SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. HOSPITAL UNIVERSITARIO Y POLITÉCNICO LA FE DE VALENCIA.

Resumen. Las fracturas conminutas Sanders IV de calcáneo dan lugar, en la mayoría de los casos, a una artrosis subtalar postraumática dolorosa e incapacitante, que en muchas ocasiones, requiere una artrodesis subtalar secundaria. Esta artrodesis puede ser técnicamente compleja, ya que no se trata de una fijación in situ, sino que requiere la realización de osteotomías de corrección a nivel del cuerpo del calcáneo en la misma cirugía. *Material y métodos.* Presentamos 4 pacientes con fracturas conminutas de calcáneo Sanders tipo IV que fueron tratadas mediante una artrodesis subtalar primaria con reconstrucción concomitante del cuerpo del calcáneo. El seguimiento medio fue de 15 meses. *Resultados.* Obtuvimos la consolidación ósea, tanto de la artrodesis como de la fractura, alrededor de los 4 meses, sin existir signos de artrosis en otras articulaciones. No hubo ninguna complicación de herida quirúrgica, ni aparecieron otras complicaciones típicas de estas lesiones, como impingement de peroneos, problemas con el calzado o bloqueo o degeneración de la articulación tibio talar durante el seguimiento. La puntuación AOFAS media a los 12 meses fue de 78. *Conclusiones.* La artrodesis subtalar primaria con la corrección inicial de las deformidades asociadas en el cuerpo del calcáneo (acortamiento, ensanchamiento y varo) evita complicaciones posteriores y obtiene buenos resultados.

Subtalar primary arthrodesis for treatment of comminuted calcaneal fractures Sanders type IV.

Summary. Sanders IV comminuted fractures of the calcaneus give rise, in most cases, to painful and incapacitating posttraumatic subtalar arthritis, which in many cases requires secondary subtalar arthrodesis. This arthrodesis can be technically complex, since it is not an in situ fixation, but requires the realization of correction osteotomies at the level of the calcaneus body in the same surgery. *Material and methods.* We present 4 patients with comminuted fractures of Sanders type IV calcaneus, produced in 2017 and treated by a primary subtalar arthrodesis with concomitant reconstruction of the calcaneus body. The mean follow-up was 15 months. *Results.* We obtained osseous consolidation of both the arthrodesis and the fracture around 4 months, without signs of osteoarthritis in other joints. There was no complication of surgical wound, nor did other typical complications of these injuries appear, such as impingement of peroneus, problems with the footwear or blockage or degeneration of the talar joint during the follow-up. The AOFAS score at 12 months was 78. *Conclusions.* The subtalar primary arthrodesis with the initial correction of the associated deformities in the calcaneus body (shortening, widening and varus) avoids later complications and obtains good results.

Correspondencia:
Fco. Enrique Navarrete Faubel
Av. Francia Nº 2, pta 30
46023 Valencia
Correo electrónico: enavarrete3@yahoo.es

Introducción

Las fracturas de calcáneo son las lesiones más frecuentes que afectan a los huesos del tarso, siendo intraarticulares en un 70% de los casos. El tratamiento de estas fracturas está todavía en debate, aunque la mayoría de los autores obtienen mejores resultados tratándolas de manera quirúrgica¹⁻⁴.

Sanders y cols⁵ publican que, en el 23% de las fracturas tipo III de su propia clasificación y en un 73%

en las tipo IV, a pesar del tratamiento quirúrgico inicial con intención de reconstruir la superficie articular lesionada, es necesario realizar un artrodesis subtalar secundaria, debido a la aparición de una artrosis post-traumática. Esta complicación está en relación directa con el grado de conminución de la carilla articular del calcáneo, que forma parte de la articulación subastragalina posterior, pudiendo ocurrir a pesar de haber realizado una correcta reducción y fijación⁶. Además, los resultados clínicos obtenidos tras realizar estas artrodesis secundarias tras fracturas conminutas de calcáneo, son bastante controvertidos y nada alentadores.

Una de las principales deformidades que se observan tras una fractura de calcáneo, tratada de modo conservador, es la pérdida de altura del calcáneo. Ésta, produce una horizontalización del astrágalo que puede dar lugar a un pinzamiento tibioastragalino con la dorsiflexión de tobillo. Además, el acortamiento del cuerpo del calcáneo puede ocasionar problemas con el calzado por el roce de ambos maléolos, disimetría de miembros inferiores, aplanamiento y pérdida del arco longitudinal del pie, pudiendo producir un pie plano secundario o incluso una deformidad en balancín, deformidades del retropié en varo/valgo y lesiones por aplastamiento de la almohadilla de la grasa plantar⁷.

Por este motivo, como otros muchos autores⁸⁻¹², creemos que el mejor tratamiento de las fracturas conminutas de calcáneo Sanders tipo IV, en las cuales es técnicamente imposible la reconstrucción articular, consiste en realizar una artrodesis subtalar primaria como tratamiento definitivo.

Nosotros, además, proponemos la corrección inicial de las deformidades asociadas del cuerpo del calcáneo (acortamiento, ensanchamiento y varo) junto con la artrodesis primaria de la articulación subastragalina, evitando así la aparición de las complicaciones antes mencionadas (impingement de los peroneos, disimetrías, etc.). Pensamos que la corrección de estas deformidades son difíciles de realizar en una cirugía secundaria

(requieren osteotomías complejas con aporte de injerto óseo) aumentando la morbilidad de procedimiento. Además se podrían reducir los gastos directos e indirectos que conlleva el realizar una cirugía secundaria de rescate en la mayoría de estos pacientes.

El objetivo de este estudio es evaluar los pacientes con fracturas conminutas de calcáneo Sanders tipo IV tratados de manera inicial mediante una artrodesis subtalar primaria con reconstrucción asociada de la altura, anchura y longitud del cuerpo del calcáneo.

Material y métodos

Durante los años 2015 al 2017 hemos tratado 21 fracturas intraarticulares de calcáneo en nuestro hospital de forma quirúrgica. De todas ellas, 4 fueron clasificadas como fracturas conminutas Sanders tipo IV, mediante imágenes de TC (Fig. 1.), y tratadas mediante una artrodesis subtalar primaria con reconstrucción de la morfología del calcáneo.

De los 4 pacientes, 3 eran mujeres y 1 hombre, con una edad promedio de 34,5 años (edades comprendidas entre los 21 y los 60), 3 lesiones del lado izquierdo y 1 del lado derecho.

Todas las lesiones fueron cerradas, evaluándose desde el primer momento el estado de las partes blandas. En uno de los pacientes, fue necesaria la realización de fasciotomías urgentes ante la sospecha clínica de un síndrome compartimental (Fig. 2), como se ha descrito en la bibliografía¹³⁻¹⁵.

En los 4 pacientes los mecanismos de producción fueron traumatismos de alta energía: 2 accidentes de tráfico (moto) y 2 accidentes por precipitación desde altura. Tres de los 4 pacientes tuvieron otras lesiones esqueléticas de importancia, hecho que se constata con frecuencia en estos pacientes, según la literatura existente¹⁶⁻¹⁷ (Tabla I).

La paciente número 1 presentaba una fractura diafisaria de fémur izquierdo, fractura de meseta tibial derecha y fractura de rama isquiopúbica izquierda.



Figura 1. Imagen sagital y coronal del TAC de una fractura Sanders tipo IV.



Figura 2. Fasciotomías realizadas de urgencia y fijación con 2 agujas de Kirschner por la luxación astrágalo-escafoidea (Paciente nº 3).

Tabla I. Descripción tamaño muestral.

Paciente	Sexo*	Edad	Lado	Tiempo hasta cirugía	Lesiones asociadas	Mecanismo producción	AOFAS
Nº 1	F	22	Izquierdo	24 días	Fracturas: Diafisaria fémur Izq, ramas isquiopúbicas, meseta tibial derecha e izquierda.	Accidente tráfico(moto)	81
Nº 2	F	35	Derecho	17 días	Fracturas apófisis transversas de L1-L5	Precipitada	79
Nº 3	M	21	Izquierdo	60 días	Fracturas: Escafoides, cuñas y metatarsianos izquierdo, calcáneo y cuboides derecho, Fractura vertebral L1, Síndrome compartimental.	Accidente tráfico (moto)	69
Nº 4	F	60	Izquierdo	36 días	Fractura calcáneo derecho	Precipitada	83

*F: Femenino, M: Masculino.

La paciente número 2, asociada a su fractura de calcáneo, presentaba fracturas de apófisis transversas de L1-L5.

El paciente número 3, presentó en el mismo pie de la fractura conminuta de calcáneo, objeto de nuestro estudio, una fractura de primera y segunda cuñas y varios metatarsianos de ese pie, con luxación de la articulación de Chopart. En el pie contralateral, una fractura de calcáneo (Sanders tipo I manejado de forma conservadora) y cuboides derechos y una fractura de L1.

La paciente número 4 asociaba una fractura de calcáneo Sanders tipo I contralateral, tratada de forma conservadora.

La evaluación inicial consistió en realizar radiografías dorsoplantar de pie, anteroposterior y lateral de tobillo y axial de calcáneo, y una tomografía computarizada (TC) para completar el estudio. Las fracturas de estos 4 pacientes fueron clasificadas como tipo IV en la clasificación de Sanders.

La cirugía no se llevó a cabo en ninguno de los casos antes de los 15 días tras producirse la fractura, con el fin de obtener la recuperación de las partes blandas y la disminución del edema local, como recomiendan numerosos autores^{7,18,19}. El tiempo medio hasta la cirugía fue entre 15 y 30 días. El mayor tiempo de espera hasta la cirugía correspondió al paciente número 3, que necesitó fasciotomías urgentes (debido a un síndrome compartimental), y en el cual no se realizó la cirugía hasta la resolución de las heridas (Fig. 4). Ningún paciente presentó patologías locales o generales que contraindicaran la cirugía.

Técnica quirúrgica

Los pacientes fueron intervenidos por cirujanos especialistas de la Unidad de Tobillo y Pie. Se decidió preoperatoriamente, mediante estudios de imagen, la técnica quirúrgica a emplear, tomando como referencia la gran conminución articular.

Bajo anestesia general o raquídea, cada paciente fue colocado en decúbito lateral opuesto al lado de la lesión y con manguito de isquemia en muslo a 300 mmHg .

En todos los casos se llevó a cabo un abordaje lateral en L extendido.

Se resecó cuidadosamente el cartílago de la articulación subastragalina, tanto de la superficie articular del calcáneo como del astrágalo y se procedió a manipular los fragmentos óseos del cuerpo del calcáneo para conseguir restaurar la altura , ancho y longitud deseada, fijándolos con AK de forma transitoria. Tras esto se realizó la artrodesis subtalar con 2 tornillos canulados de 6,5 mm y se mantuvo la reducción del cuerpo con una placa atornillada (Fig. 3). Uno de los pacientes (nº 3) presentaba una fractura luxación calcáneo-cuboidea con gran conminución articular y una subluxación astrágaloescafoidea, por lo que optamos por realizar una triple artrodesis de entrada (artrodesis calcáneo-cuboidea y astrágalo escafoidea) (Fig. 4).

El cierre del abordaje se realizó de manera meticolosa, prestando especial atención al control de la hemostasia, para minimizar problemas con las partes blandas

en el postoperatorio.

La inmovilización inicial se realizó con una férula posterior suropédica, realizándose curas semanales de la herida. Una vez cicatrizadas las partes blandas (entre las 2-3 semanas), se retiró la inmovilización y se inició el programa de rehabilitación: movilización articular activa en descarga con carga parcial progresiva, a partir de las 10-12 semanas, una vez se aprecia indicios radiográficos de consolidación.

Resultados

En todos los casos se observó consolidación radiográfica en torno a los 3 meses. El tiempo medio de seguimiento de los pacientes fue de 14 meses con periodos comprendidos entre los 12 y los 15 meses.

No tuvimos ninguna complicación de la herida quirúrgica ni ninguna dehiscencia de herida.

La movilidad de tobillo media de estos 4 pacientes, fue de 5° de flexión dorsal y 15° de flexión plantar, desapareciendo la movilidad subtalar por completo.

Al año todos los pacientes eran capaces de caminar sin bastones y realizar todas las actividades básicas



Figura 3. Osteosíntesis con placa de calcáneo y la artrodesis con 2 tornillos canulados (Paciente nº 2).

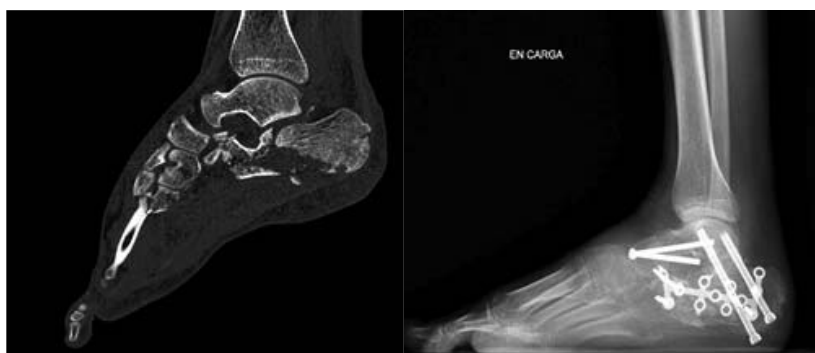


Figura 4. Conminución Sanders tipo IV y radiografía a los 3 meses de la intervención que muestra artrodesis subastragalina y astrágalo-escafoidea (Paciente nº 3).

diarias. El retorno a la actividad laboral previa se produjo entorno al 8º mes, destacando que ninguno de estos accidentes fue laboral, y todos los pacientes tenían trabajos sedentarios que no exigían una deambulación o bipedestación prolongadas.

Uno de los pacientes más jóvenes ha dejado de practicar el deporte que realizaba (fútbol).

De los 4 pacientes, 3 de ellos referían no sufrir dolor, mientras que uno de ellos refería ciertas molestias inespecíficas relacionadas con periodos de sobrecarga ponderal o bipedestación prolongada.

Dos de los pacientes notaban ciertas molestias en el talón debido a la protusión de uno de los tornillos, los cuales fueron retirados a los 8 y 10 meses postcirugía.

A los 12 meses, según la AOFAS (*American Orthopaedic Foot & Ankle Society*), se obtuvo un promedio de 78 puntos (rango 69-83), resultados comparables con otros estudios existentes en la literatura.

Discusión

Las fracturas intraarticulares conminutas de calcáneo tipo IV de Sanders, son fracturas muy graves producidas normalmente por impactos de alta energía.

Los protocolos de actuación ante estas fracturas, mal definidos, van desde realizar un tratamiento ortopédico clásico, hasta realizar una reducción abierta y osteosíntesis. En el caso de los pacientes que no son intervenidos de entrada, la cirugía de secuelas (artrodesis) son complejas, ya que es necesario restaurar parte de la anatomía del calcáneo, como la altura, anchura y longitud, mediante osteotomías remodelantes, con cuñas y aporte de injerto óseo.

Por otra parte, en aquellos pacientes en los que se realiza una reducción abierta y fijación interna, existe también riesgo, muy elevado, de desarrollar una artrosis postraumática subtalar, condicionada por la lesión cartilaginosa en el momento del traumatismo y por la calidad de la reducción articular conseguida. Esta artrosis sintomática lleva a una artrodesis subtalar secundaria con unos resultados poco esperanzadores. Además, las tasas de fusión tras una fractura de calcáneo disminuyen^{9,20,21}. Thermann y cols⁹ obtuvieron sólo un 59% de buenos resultados tras realizar una artrodesis subtalar secundaria en aquellos pacientes con artrosis subastragalina postraumática y postquirúrgica y un 41% de malos resultados con limitación de la movilidad y artrosis secundarias en articulaciones vecinas.

La artrodesis subtalar primaria no es un tratamiento nuevo y ya en el siglo XX se propuso como tratamiento primario de las fracturas conminutas de calcáneo^{10,22-25}, pero progresivamente pasó a ser un tratamiento secundario de rescate. Desde el trabajo que realizó Sanders y cols⁵ en 1993, varios autores han establecido la superioridad de la artrodesis subtalar primaria para el tratamiento de las fracturas tipo IV de Sanders^{3,26-30}.

Este tópico fue estudiado por Huefner y cols⁸, comparando los resultados de las artrodesis subtalares primarias con las secundarias. Evaluaron a 17 pacientes con artrodesis subtalares secundarias obteniendo un AOFAS de 69 mientras que los resultados en los pacientes con artrodesis primaria fue de 88 puntos.

Buch y cols¹¹ publicaron en su estudio 14 pacientes con fractura conminuta de calcáneo Sanders tipo IV que trataron con artrodesis subtalar primaria obteniendo un AOFAS de 72.4.

Más tarde, Huefner y cols⁸ publicaron buenos resultados en 6 pacientes realizando la artrodesis de manera primaria y con seguimiento de casi 5 años obteniendo un AOFAS de 88 puntos. Los trabajos más recientes con buenos resultados para el tratamiento de estas fracturas conminutas Sanders tipo IV mediante la artrodesis subtalar primaria son aportados por V. Potenza y cols³¹ y Holm JL³², obteniendo buenos resultados y un AOFAS similar al de nuestro trabajo.

Nuestro estudio presenta la limitación de tener una muestra reducida de pacientes (sólo 4) y un seguimiento medio de unos 15 meses, pero aún así hemos tenido un AOFAS de 78 puntos y pensamos que con el tiempo estos parámetros mejorarán, como en el resto de estudios publicados.

Ninguno de nuestros pacientes ha presentado problemas con la herida quirúrgica, aunque es un hecho poco frecuente. Morales y cols⁶ presentan un 50% de casos de dehiscencia de sutura en los 6 pacientes intervenidos mediante artrodesis subtalar primaria. Es importante recordar que al tratarse de fracturas que se producen por mecanismos de alta energía, en ocasiones puede haber lesiones de partes blandas y esqueléticas que nos retarden el tiempo de realización de la cirugía. Esperar el tiempo suficiente (varias semanas) hasta la adecuación de las partes blandas y la manipulación cuidadosa de las mismas durante la cirugía, pensamos que es un factor fundamental a la hora de conseguir buenos resultados.

En ninguno de nuestros pacientes hemos observado signos radiográficos de artrosis en ninguna articulación, por el momento. Potenza³¹ refiere que, en los casos en los que se desarrolle artrosis en la calcáneo-cuboidea y/o astrágalo-escafoidea, quizás una triple artrodesis pueda ser la solución definitiva en estos pacientes. Por el momento no hay estudios ni volumen de pacientes suficiente para llegar a conclusiones a este respecto.

En uno de nuestros pacientes fue necesaria la triple artrodesis de entrada (Fig. 2), por afectación inicial de las articulaciones astrágalo escafoidea y calcáneo cuboidea, evitado la aparición de artrosis secundaria en estas articulaciones, pero en espera de valorar a medio-largo plazo otras como Lisfranc o tobillo.

Muy pocos trabajos existen en la literatura sobre el

tratamiento de estas fracturas cuando existe afectación calcáneo-cuboidea y talonavicular mediante triple artrodesis. Thompson y cols³⁰, en 1959 realizan triple artrodesis a 6 pacientes refiriendo resultados extremadamente gratificantes.

Conclusiones

En conclusión, pensamos, como otros autores^{11,28}, que en una artrodesis subastragalina como resultado de una fractura de calcáneo tipo IV de Sanders, es necesaria la reconstrucción del cuerpo del calcáneo, en lo que se refiere a su longitud, anchura y altura, para evitar otras secuelas, como impingement de los peroneos, alteración de la articulación tibioastragalina, pie plano

postraumático, etc. Consideramos que este tipo de reconstrucción se realiza de modo más sencillo de entrada (de forma primaria) ya que la manipulación de los fragmentos, aún no consolidados así lo permite. Para ello es necesario realizar un abordaje en L extenso que aumenta las posibilidades de infección o necrosis de la herida (como resalta Potenza³¹), aunque no ha ocurrido en nuestros casos.

Nuestra serie de pacientes es limitada ya que la patología estudiada, en nuestro medio, es poco prevalente. Aunque se han obtenido resultados esperanzadores y se han evitado cirugías futuras, se necesita realizar estudios con un tamaño muestral superior y un tiempo de seguimiento mayor para obtener conclusiones.

Bibliografía

1. Myerson M, Multhopp-Stevens H. Fracture of the calcaneus. En: Mosby-year book; 1993. p. 249-57.
2. Paley D, Hall H. Calcaneal fracture controversies. Can we put Humpty Dumpty together again? *Orthop Clin North Am* 1989; 20:665-77.
3. Csizy M, Buckley R, Tough S, Leighton R, Smith J, McCormack R, y cols. Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion. *J Orthop Trauma* 2003; 17:106-12.
4. Bozkurt M, Kentel BB, Yavuzer G, Oçgüder A, Heycan C, Tonuk E. Functional evaluation of intraarticular severely comminuted fractures of the calcaneus with gait analysis. *J Foot Ankle Surg* 2004; 43:374-9.
5. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intra-articular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res* 1993; 290:87-95.
6. F. Morales, J.J. Malvarez, G. Belluschi, R. Farina, C. Taboada. Artrodesis subastragalina primaria en trabajadores con fractura del calcáneo. *Rev Ortop Traumatol* 2006; 50:372-7.
7. Mario Herrera-Pérez, María José Gutiérrez-Morales, Víctor Valderrabano, Martín Wiewiorski y José Luis Pais-Brito. Fracturas de calcáneo: Controversias y consensos. *Rev Pie Tobillo* 2016; 30:1-12
8. Huefner T, Thermann H, Geerling J, Pape HC, Pohlemann T. Primary subtalar arthrodesis of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 2001; 22:9-14.
9. Thermann H, Hüfner T, Schratt E, Held C, von Glinski S, Tscherne H. Long-term results of subtalar fusions after operative treatment versus nonoperative treatment of os calcis fractures. *Foot Ankle Int* 1999; 20:408-16.
10. Dick IL. Primary fusion of the posterior subtalar joint in the treatment of fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg Br* 1953; 35:375-80.
11. Buch BD, Myerson MS, Miller SD. Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 1996; 17:61-70.
12. Flemister AS, Infante AF, Sanders RW, Walling AK. Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 2000; 21:392-9.
13. Park YH, Lee JW, Hong JY, Choi GW, Kim HJ. Predictors of compartment syndrome of the foot after fracture of the calcaneus. *Bone Joint J* 2018; 100:303-8.
14. Kalsi R y cols. Compartment syndrome of the foot after calcaneal fracture. *J Emerg Med* 2012; 43:101-6.
15. Zhao XF, Liu BY. Calcaneus fractures and compartment syndromes of the foot. *Zhongguo Gu Shang* 2009; 22:615-6.
16. Worsham JR, Elliott MR, Harris AM. Open Calcaneus Fractures and Associated Injuries *J Foot Ankle Surg* 2016; 55:68-71.
17. Walters JL, Gangopadhyay P, Malay DS. Association of calcaneal and spinal fractures. *J Foot Ankle Surg* 2014; 53:279-81.
18. Rammelt S, Gavlik JM, Barthel S, Zwipp H. The value of subtalar arthroscopy in the management of intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Int* 2002; 23:906-16.
19. Epstein N, Chandran S, Chou L. Current concepts review: Intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Int* 2012; 33:79-86.
20. Csizy M, Buckley R, Tough S, Leighton R, Smith J, McCormack R, y cols. Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion. *J Orthop Trauma* 2003; 17:106-12.
21. Kolodziej P, Nunley JA. Outcome of subtalar arthrodesis after calcaneal fracture. *J South Orthop Assoc* 2001; 10:129-39.
22. Gallie WE. Subastragal arthrodesis in fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg* 1943; 25:732-6.
23. Van Stockum. Operative behandlung der calcaneus. *Zentralblatt für chirurgie* 1912; 39:438.
24. Wilson PD. Treatment of fractures of the os calcis by arthrodesis of the subtalar joint. *JAMA* 1927; 89:676-9.

25. **Easley ME, Trnka HJ, Schon LC, Myerson MS.** Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82:613-24.
26. **Huefner T, Geerling J, Gerich T, y cols.** Open reduction and internal fixation by primary subtalar arthrodesis for intra-articular calcaneal fractures. *Oper Orthop Traumatol* 2007; 19:155-69.
27. **Myerson MS.** Open reduction and primary arthrodesis of calcaneal fracture. *Strategies Orthop Surg* 1992; 11:2-16.
28. **Myerson MS.** Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted fractures of the calcaneus. *Orthop Clin North Am* 1995; 26:215-27.
29. **Rammelt S, Zwipp H.** Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. *Injury* 2004; 35:443-61.
30. **Thompson KR, Friesen CM.** Treatment of comminuted fractures of the calcaneus by primary triple arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1959; 41:1423-36.
31. **Potenza V, Caterini R, Farsetti P, Bisicchia S, Ippolito E.** Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted intra-articular calcaneal fractures. *Injury*. 2010; 41:702-6.
32. **Holm JL, Laxson SE, Schuberth JM.** Primary Subtalar Joint Arthrodesis for Comminuted Fractures of the Calcaneus. *J Foot Ankle Surg* 2015; 54:61-5.