

Abordaje del seno del tarso para el tratamiento de las fracturas de calcáneo: una técnica de creciente difusión

Maximiliano Seletti,* Gastón Slullitel,** Juan Calvi,** Ana Pendino*

*Unidad de Pie y Tobillo, Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital de Emergencias "Dr. Clemente Álvarez", Rosario, Santa Fe, Argentina

**Instituto Jaime Slullitel de Rosario, Santa Fe, Argentina

RESUMEN

Objetivo: Describir los resultados radiográficos y funcionales, y las complicaciones de la osteosíntesis de fracturas de calcáneo mediante el abordaje del seno del tarso. **Materiales y Métodos:** Se evaluaron 54 fracturas articulares de calcáneo desplazadas en 50 pacientes con radiografías de pie, de frente y de perfil, y tomografía computarizada preoperatorias. Se tomaron radiografías de pie, de frente y de perfil sin carga en el posoperatorio inmediato y con carga a las semanas 6 y 12, y al final del seguimiento. Se midió el ángulo de Böhler y se cuantificó el grado de artrosis subastragalina y calcaneocuboidea. Se determinó el puntaje de la AOFAS y se registraron las complicaciones de la herida, las lesiones neurológicas y la necesidad de cirugías adicionales, como retiro del material de osteosíntesis y artrodesis subastragalina. **Resultados:** El seguimiento fue de 30.8 meses. La serie estaba formada por 8 mujeres y 42 hombres, con una edad de 39.40 ± 14 años (rango 18-65). Cuarenta fracturas eran Sanders tipo II, 13 tipo III y 1 tipo IV. El puntaje de la AOFAS fue: excelente (12 casos), bueno (25 casos), regular (12 casos) y malo (5 casos). El ángulo de Böhler preoperatorio era de $10,8 \pm 10,4^\circ$ y $30,77 \pm 8,24^\circ$ al final del seguimiento ($p < 0,00001$). El 3,7% tuvo complicaciones menores de la herida y el 5,6%, complicaciones mayores. **Conclusión:** El abordaje del seno del tarso permite una reducción aceptable con resultados buenos y excelentes en la mayoría de los pacientes y escasas complicaciones de partes blandas.

Palabras clave: Calcáneo; abordaje mininvasivo; seno del tarso; fractura; complicaciones.

Nivel de Evidencia: IV

Sinus Tarsi Approach for the Treatment of Calcaneus Fractures: an Increasingly Used Technique

ABSTRACT

Objective: To describe functional and radiographic outcomes, and complications of osteosynthesis in calcaneus fractures with the sinus tarsi approach. **Materials and Methods:** 54 displaced articular calcaneus fractures in 50 patients were assessed through preoperative foot radiographs (anteroposterior and lateral) and computerized tomography. AP and lateral radiographs were obtained in the immediate postoperative period (without weightbearing), after 6 and 12 weeks (with weightbearing), and at the end of follow-up, measuring the Böhler angle and quantifying the degree of subtalar and calcaneocuboid osteoarthritis. The AOFAS score was determined, registering wound complications, neurological injuries and necessary additional surgeries --such as osteosynthesis and subtalar arthrodesis hardware removal. **Results:** Follow-up time was 30.8 months. The series consisted in 8 women and 42 men. The patients' average age was 39.40 ± 14 years (18-65). There were 40 Sanders type II, 13 type III, and 1 type IV fractures. The AOFAS score was excellent (12 patients), good (25), regular (12), and poor (5). The Böhler angle was $10.8^\circ \pm 10.4^\circ$ before surgery, and $30.77^\circ \pm 8.24^\circ$ at the end of follow-up ($p < 0.00001$). 3.7% of the patients presented minor wound complications, while 5.6% presented major wound complications. **Conclusion:** The sinus tarsi approach allows for acceptable reduction with good and excellent outcomes in most patients, coupled with few soft-tissue complications.

Keywords: Calcaneous; mini-invasive approach; sinus tarsi; fractures; complications.

Level of Evidence: IV

Recibido el 31-5-2022. Aceptado luego de la evaluación el 31-7-2022 • Dr. MAXIMILIANO SELETTI • selettimaximiliano@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-6021-2898>

Cómo citar este artículo: Seletti M, Slullitel G, Calvi J, Pendino A. Abordaje del seno del tarso para el tratamiento de las fracturas de calcáneo: una técnica de creciente difusión. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2023;88(1):66-78. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2023.88.1.1586>

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de calcáneo representan el 60% de las lesiones traumáticas del pie del adulto y el 2% del total de las fracturas.¹ El tratamiento de las fracturas articulares de calcáneo desplazadas sigue generando controversias, aunque la reducción abierta y la osteosíntesis mediante el abordaje lateral extendido (ALE) ha sido el patrón de referencia en las últimas tres décadas.^{2,3}

La elevada tasa de complicaciones publicada^{4,5} ha llevado al desarrollo de cirugías menos invasivas^{6,7} que disminuyen el trauma de partes blandas y el riesgo de complicaciones con una reducción aceptable.

El abordaje mininvasivo del seno del tarso permite una adecuada visualización y reducción de la fractura, lo que disminuye la tasa de complicaciones.⁸

El objetivo de nuestra investigación fue describir los resultados radiográficos y funcionales, y las complicaciones de la osteosíntesis de fracturas de calcáneo mediante el abordaje del seno del tarso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron, en forma retrospectiva, 54 fracturas articulares de calcáneo desplazadas en 50 pacientes, tratadas entre 2011 y 2018 con osteosíntesis mediante el abordaje del seno del tarso. Los criterios de exclusión fueron fracturas homolaterales de tobillo y pie, pacientes en etapa de crecimiento, >65 años, <12 meses de seguimiento, cirugías previas en el mismo pie o tobillo y fracturas con más de 30 días de evolución. Los criterios quirúrgicos fueron ángulo de Böhler <20°, incongruencia articular >2 mm, varo >5°, valgo >10°, ancho ≥5 mm y brecha >3 mm.

Las fracturas se clasificaron según Sanders⁴ y Essex-Lopresti. Las fracturas expuestas fueron tratadas con limpieza más un antibiótico por vía intravenosa según la clasificación de Gustilo.⁹

Evaluación radiográfica

Se evaluó a los pacientes antes de la cirugía con radiografías de pie, de frente y de perfil. La radiación en la proyección lateral y anteroposterior fue de 4 mA, 60 kV, 3,2 mA y 57 kV, respectivamente. En la proyección lateral, el rayo estaba centrado en el maléolo medial y, en la anteroposterior, en el cuneiforme medial. El rayo estaba paralelo al suelo en la radiografía lateral e inclinado 15° caudocraneal en la proyección de frente. La distancia del tubo de rayos al chasis era de 120 cm en ambas incidencias. Antes de la cirugía, se realizó una tomografía computarizada con reconstrucción multiplanar.

Se tomaron radiografías de pie, de frente y de perfil, sin carga en el posoperatorio inmediato y con carga a las semanas 6 y 12, y al final del seguimiento.

En la radiografía lateral, se midió el ángulo de Böhler, que consiste en dos líneas, una desde el punto más alto de la tuberosidad anterior al más alto de la faceta posterior y otra tangencial al borde superior de la tuberosidad posterior. Su valor es de 20° a 40°.¹⁰ Se determinó si se produjeron cambios >5° lo que es evidencia de colapso de la altura del calcáneo.⁷ Se evaluó el grado de artrosis en las articulaciones subastragalina y calcaneocuboidea.¹¹ En la tomografía computarizada, se observó si había compromiso en la articulación calcaneocuboidea.

Evaluación clínica

Se realizó una evaluación funcional con la escala de la AOFAS (*American Orthopaedic Foot and Ankle Society*). El resultado se clasificó en: excelente >90, bueno >80, regular >70 y malo ≤70.¹²

Se evaluó la movilidad subastragalina en forma comparativa. Se registraron las complicaciones de la herida y se las dividió en: menores (necrosis de los bordes, dehiscencia superficial) y mayores (infecciones profundas, dehiscencias profundas y osteomielitis).¹³ También se evaluó si había lesiones neurológicas y la necesidad de cirugías adicionales, como retiro del material de osteosíntesis y artrodesis subastragalina.

Se realizó un análisis estadístico a través de medidas descriptivas (media y desviación estándar, máximo y mínimo). Los datos fueron cargados en el sistema de Epidat versión 4.2, y se consideró estadísticamente significativo un valor $p < 0,05$.

Técnica quirúrgica

Se coloca al paciente en decúbito lateral y se realiza un abordaje de 3-5 cm sobre el seno del tarso 1 cm distal al peroné hasta el cuarto metatarsiano (Figura 1). Se retraen los peroneos hacia posterior, se procede a la apertura capsular y se observan la articulación subastragalina, la tuberosidad anterior y la pared lateral (Figura 2).



Figura 1. Marcado del abordaje del seno del tarso.



Figura 2. Carilla articular y proceso anterior del calcáneo.

Se coloca un distractor con un clavo de Schanz de 5 mm esponjoso en la tuberosidad posterior y otro en la parte lateral del cuerpo del astrágalo si se pretende recuperar altura o en el cubooides para restaurar la longitud (Figura 3).

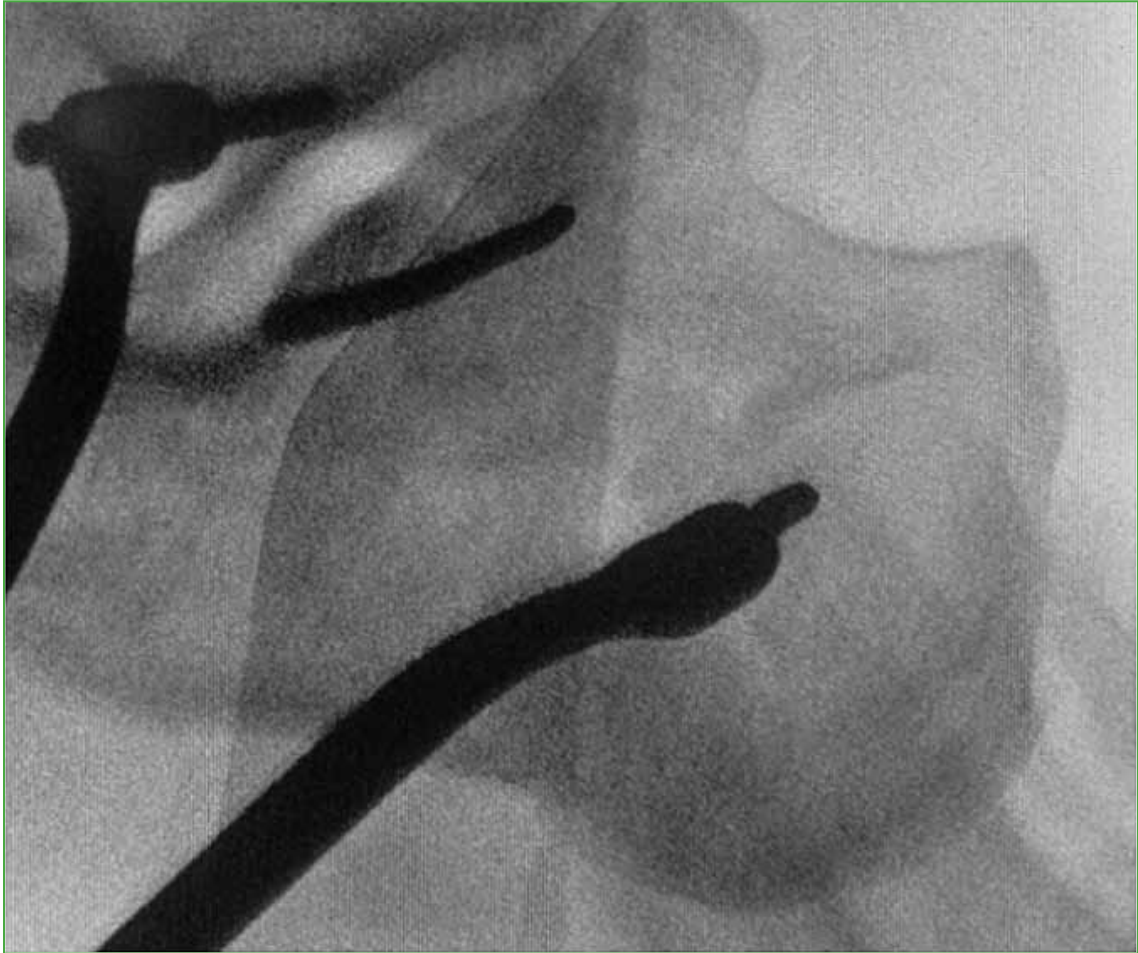


Figura 3. Colocación de clavos de Kirschner en la tuberosidad posterior y la pared lateral del astrágalo y montaje del distractor sobre estos.

Si es necesario, se reduce el fragmento medial a través de una incisión directa. Se continúa con la alineación de la tuberosidad posterior por vía percutánea con el clavo de Schanz o Kirschner del distractor y se fija con una aguja al segmento medial. Posteriormente se estabiliza el fragmento superolateral al medial antes de desimpactarlo y elevarlo en los casos Sanders tipo II. En las fracturas Sanders III o IV, se reducen los fragmentos intermedios y luego se fija con agujas de Kirschner (Figura 4).



Figura 4. Incidencia de Broden. Se observa la estabilización de la tuberosidad posterior al sustentaculum tali con tornillo y clavija más reducción del fragmento superolateral al sustentaculum tali.

Se utiliza la superficie inferior del astrágalo como molde. Se colocan tornillos de 6,5 mm de rosca completa o parcial, corticales de 3,5 mm sin compresión desde la tuberosidad posterior hasta el fragmento medial y de 3,5 mm desde el fragmento superolateral hasta el medial (**Figura 5**).



Figura 5. A. Radiografía de pie, de perfil. Patrón fracturario tipo “depresión articular”. B. Radiografía de pie, de frente. C. Tomografía computarizada de pie, corte coronal. Sanders IIIAB. D. Tomografía computarizada de pie, corte axial. E. Tomografía computarizada de pie, corte sagital. F. Imagen intraoperatoria con intensificador de imágenes, del pie, de perfil, control de la osteosíntesis. G. Imagen intraoperatoria de incidencia de Broden. Reducción de la carilla articular. H. Radiografía de pie, de perfil con carga, un año después de la cirugía. Ángulos de Böhler y subastragalino con adecuada reducción. I. Radiografía de pie, de frente con carga, un año después de la cirugía.

Se colocan tornillos de 6,5 mm o 3,5 mm desde la tuberosidad posterior al proceso anterior. Pueden ser necesarios uno o dos tornillos adicionales desde el borde superior del fragmento superolateral hacia plantar en el patrón fracturario “en lengüeta” (Figura 6).



Figura 6. A. Radiografía de pie, de perfil. Patrón fracturario “en lengüeta”. B. Tomografía computarizada de pie, corte sagital. C. Tomografía computarizada de pie, corte coronal. Sanders II A. D. Radiografía de pie, de perfil, al año de la cirugía. Ángulo de Böhler adecuado. E. Radiografía de pie, de frente, al año de la cirugía.

Se colocan placas de 2,7 mm o 3,5 mm bloqueadas desde el macizo articular hasta la tuberosidad anterior (Figura 7). Se toma una incidencia de Broden intraoperatoria con intensificador de imágenes para constatar la reducción de la faceta posterior y evaluar si hay brecha y escalón articular (Figura 8).¹⁴



Figura 7. Imagen de la reducción anatómica de la carilla articular del calcáneo y montaje con placa bloqueada de titanio de 3,5 mm que solidariza el macizo articular y la tuberosidad anterior.



Figura 8. Incidencia intraoperatoria de Broden. Reducción aceptable de la articulación subastragalina.

En el posoperatorio, se coloca una férula posterior por 10 días y se inicia la movilidad del tobillo y subastragalina. Se permite la carga parcial con muletas y bota a partir de la semana 4 y, en forma progresiva, hasta las semanas 10-12, cuando el apoyo es total.

RESULTADOS

El seguimiento promedio fue de 30.8 ± 23.2 meses. Ocho pacientes eran mujeres y 42, hombres. La edad era de 39.40 ± 14 años (rango 18-65). El mecanismo del trauma había sido una caída de altura (74%) y un accidente automovilístico (26%). El 2% eran fracturas expuestas y el 8% eran bilaterales. El patrón fracturario correspondió a los tipos “depresión articular” (63%) y “en lengüeta” (37%). Según la clasificación de Sanders, 40 fracturas eran tipo II (50% subtipo A; 42,5% subtipo B y 7,5% subtipo C); 13, tipo III (84,6% subtipo AC; 7,7% subtipo AC y 7,7% subtipo BC) y una, subtipo IV. El 37% tenía compromiso de la articulación calcaneocuboidea.

El tiempo entre la lesión y la cirugía fue de 9.2 ± 6.3 días (rango 1-31). No se halló una asociación entre este parámetro y la restauración del ángulo de Böhler.

El puntaje de la escala de la AOFAS fue excelente en 12 pacientes, bueno en 25, regular en 12 y malo en cinco.

El ángulo de Böhler era de $10,8 \pm 10,4^\circ$ antes de la cirugía, de $32,5 \pm 7,73^\circ$ (rango 22-54) en el posoperatorio inmediato y de $30,77 \pm 8,24^\circ$ (rango 17-54) a las seis semanas y al final del seguimiento. Estos valores fueron estadísticamente significativos ($p < 0,00001$) (Figura 9).

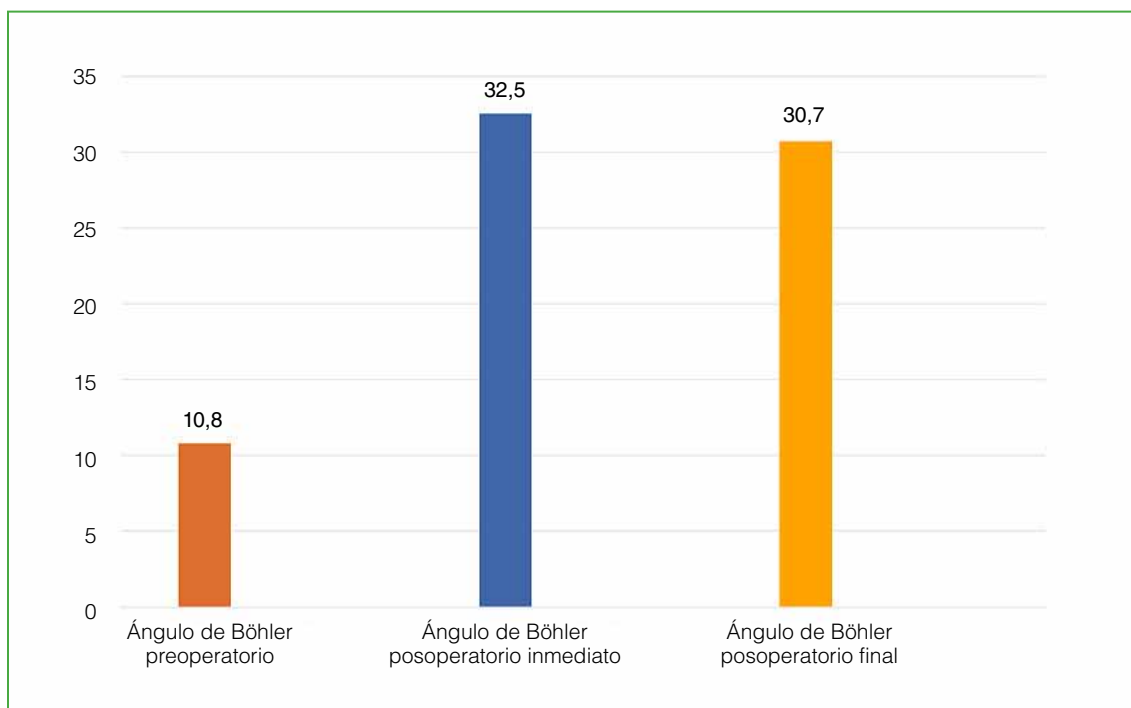


Figura 9. Ángulo de Böhler preoperatorio y posoperatorio.

Se observó una pérdida de más de 5° entre el posoperatorio inmediato y el final del seguimiento en cuatro pacientes: un caso por retiro precoz del material a causa de una infección y tres casos por fijación insuficiente en fracturas con gran conminución. Solo el paciente a quien se le retiró el material de osteosíntesis por infección quedó con un ángulo de Böhler $< 20^\circ$.

El 44,4% desarrolló artrosis subastragalina grado 1; el 7,4%, grado 2 y el 3,8%, grado 3. No hubo una asociación entre artrosis subastragalina y el puntaje de la escala de la AOFAS. Todos los pacientes perdieron algún grado de movilidad subastragalina, el 83,3% tuvo una restricción moderada (72,2%) o severa (11,1%) y el 16,7%, una restricción leve.

En el 9,3% de los pacientes, fue necesario retirar el material de osteosíntesis: dos casos por infección y tres por tendinitis de peroneos. Se realizó una artrodesis subastragalina en el 3,7% de las fracturas por artrosis subastragalina sintomática que no mejoró con el tratamiento conservador (Figura 10).

El 3,7% sufrió complicaciones menores de la herida (necrosis de los bordes). La tasa de infección fue del 5,6% de 54 fracturas. Tres pacientes tuvieron lesiones del nervio sural transitorias que desaparecieron dentro de los seis meses posteriores a la cirugía.

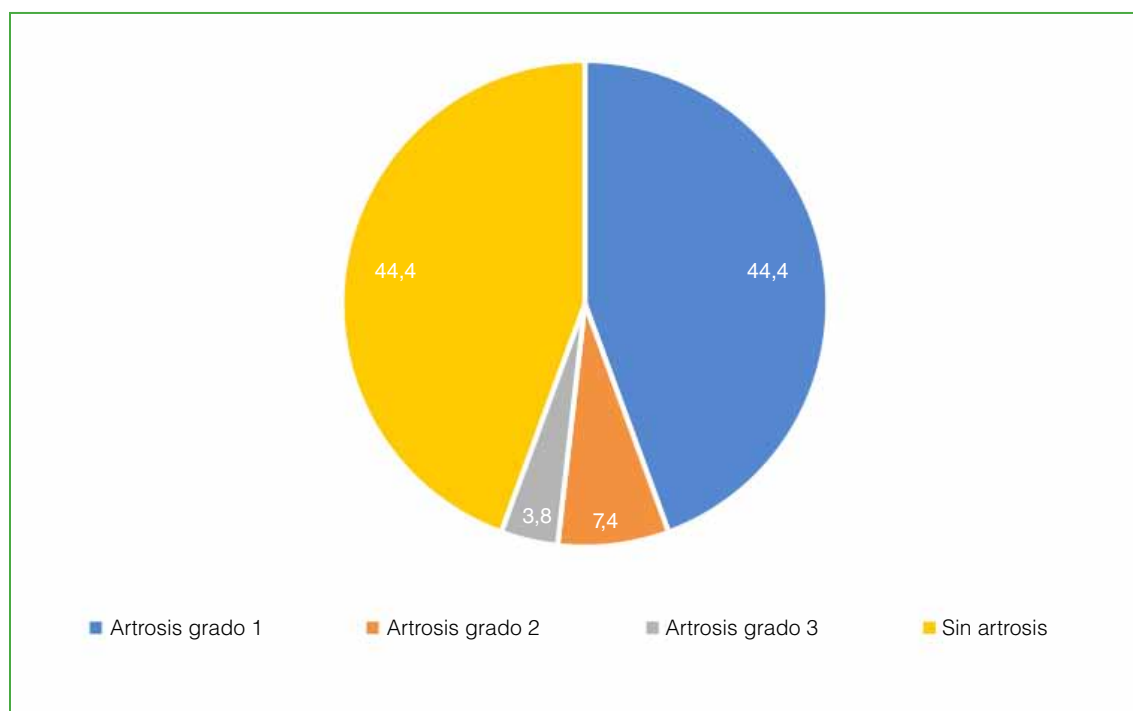


Figura 10. Grados de artrosis subastragalina.

DISCUSIÓN

Las fracturas de calcáneo representan el 2% de todas las fracturas y la mayoría ocurre en pacientes adultos. El tratamiento sigue siendo controvertido, porque la evidencia indica similares resultados del manejo conservador y el tratamiento quirúrgico,^{2,15} aunque la mayoría de los cirujanos ortopédicos se inclina por la cirugía, ya que logra resultados satisfactorios.⁴

Los abordajes quirúrgicos siguen generando controversia, pero se ha demostrado que las técnicas mínimamente invasivas disminuyen las complicaciones de partes blandas y las infecciones comparadas con el ALE.^{7,8}

El abordaje del seno del tarso podría ser considerado actualmente el patrón de referencia porque logra bajas complicaciones de partes blandas y resultados clínicos similares a los del ALE.¹⁶

La mejoría significativa del ángulo de Böhler posoperatorio en este estudio nos demuestra que, a través de esta incisión, se puede restaurar la altura del calcáneo. El promedio del ángulo de Böhler posquirúrgico final fue de 30,77°. Esto se asocia con una mejoría en los resultados clínicos.^{2,7} Cuatro pacientes tuvieron una pérdida >5° en el ángulo de Böhler, lo que se puede atribuir a una osteosíntesis insuficiente en tres casos y al retiro precoz del material por infección en otro paciente, quien tuvo un ángulo de Böhler <20° posoperatorio.

Existen diferentes opciones para la estabilización del calcáneo mediante el abordaje del seno del tarso. Schepers recomienda colocar tornillos solos en pacientes con fracturas sin conminución y buena calidad ósea. Si el implante no es estable o el ancho del calcáneo no se puede restaurar, se debería adicionar una placa.¹⁷ Kir y cols.

comunican que la estabilización con placas tiene una menor tasa de reintervención y de retiro del implante; mejor reconstrucción del ancho del calcáneo y mejores resultados funcionales en las fracturas Sanders tipos II y III en comparación con los tornillos.¹⁸ Pitts y cols.¹⁹ no hallaron diferencias en el ángulo de Böhler y Gissane posoperatorio y las complicaciones de la herida comparando placas y tornillos. En un estudio biomecánico, se demuestra una estabilidad superior con tornillos intramedulares que con placas tradicionales, quizás porque se anclan a zonas de mayor densidad en el calcáneo.²⁰ En nuestra serie, combinamos placas de 2,7 mm bloqueadas o 3,5 mm con tornillos 3,5; 4,0 y 6,5 mm canulados.

En nuestro estudio, la tasa de complicaciones menores de la herida fue del 3,7% y la de infecciones profundas, del 5,6%. Schepers publicó un 4,8% de complicaciones de la herida (rango 0-15,4) para pacientes tratados con abordaje del seno del tarso.²¹ Nosewic presenta una revisión sistemática y un metanálisis e informa un 4,9% de complicaciones de la herida con el abordaje del seno del tarso comparada con el 24,9% en el ALE. También se han comunicado lesiones neurovasculares en el 9,1-25%^{22,23} con el ALE y en el 5% con el abordaje del seno del tarso.²⁴ En nuestra serie, tres pacientes sufrieron lesiones del nervio sural transitorias.

Nuestra tasa de resultados buenos y excelentes en la escala de la AOFAS (68,5%) coincide con otras publicadas sobre el abordaje del seno del tarso.²⁴

Todos los pacientes tuvieron algún grado de rigidez en la articulación subastragalina. El 83,3% sufrió una pérdida de la movilidad entre moderada y severa. Esto podría tener relación con la lesión irreversible del cartílago articular.²⁵

La reducción de la articulación subastragalina es muy importante, ya que un escalón >1 mm genera una alteración en la distribución de la carga en dicha articulación y artrosis postraumática.²⁶ El 55,6% de nuestros pacientes desarrolló artrosis y el 44,4% era grado 1.

Con respecto a las limitaciones de nuestra investigación tuvimos un solo paciente con fractura Sanders tipo IV, lo cual no nos ha permitido evaluar el tratamiento en este grupo de fracturas. Segundo, el tiempo de seguimiento fue relativamente corto. Si bien hubo artrosis y fue necesaria la artrodesis subastragalina, si el seguimiento fuera mayor quizás los resultados podrían tener un deterioro. Tercero, no hubo un grupo comparativo aleatorizado, aunque los resultados son similares a los obtenidos en grupos de pacientes operados mediante abordaje del seno del tarso y fueron comparados con el ALE.

CONCLUSIÓN

El abordaje del seno del tarso permite una adecuada exposición de la fractura y logra una reducción aceptable con resultados buenos y excelentes en la mayoría de los pacientes y escasas complicaciones de partes blandas.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de G. Slullitel: <https://orcid.org/0000-0002-4842-7447>
ORCID de J. Calvi: <https://orcid.org/0000-0002-2738-0125>

ORCID de A. Pendino: <https://orcid.org/0000-0002-7391-6541>

BIBLIOGRAFÍA

1. Talarico LM, Vito GR, Zyryanov SY. Management of displaced intraarticular calcaneal fracture using external ring fixation, minimal invasive open reduction and early weight-wearing. *J Foot Ankle Surg* 2004;43(1):43-50. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2003.11.010>
2. Buckley R, Tough S, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, et al. Operative compared with non operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84(10):1733-44. <https://doi.org/10.2106/00004623-200210000-00001>
3. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res* 1993;(290):87-95. <https://doi.org/10.1097/00003086-199305000-00012>

4. Al-Mudhaffar M. Wound complications following operative fixation of calcaneal fractures. *Injury* 2009;31(6):461-4. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(00\)00026-7](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(00)00026-7)
5. Benirschke SK, Kramer PA. Wound healing complications in closed and open calcaneal fractures. *J Orthop Trauma* 2004;18(1):1-6. <https://doi.org/10.1097/00005131-200401000-00001>
6. Slullitell G, Seri M. Abordaje miniinvasivo del seno del tarso para el tratamiento de las fracturas del calcáneo. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2011;76(3):273-8. Disponible en: [https://www.aoot.org.ar/revista/2011/n3/Rev_Asoc_Argent_Ortop_Traumatol_2011_76\(3\)_273.pdf](https://www.aoot.org.ar/revista/2011/n3/Rev_Asoc_Argent_Ortop_Traumatol_2011_76(3)_273.pdf)
7. Nosewicz T, Knupp M, Barg A, Maas M, Bolliger L, Goslings JC, et al. Mini-open sinus tarsi approach with percutaneous screw fixation of displaced calcaneal fractures: A prospective computed tomography-based study. *Foot Ankle Int* 2012;33(11):925-33. <https://doi.org/10.3113/FAI.2012.0925>
8. Schepers T, Backes M, Dingemans SA, de Jong VM, Luitse JSK. Similar anatomical reduction and lower complication rates with the sinus tarsi approach compared with the extended lateral approach in displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma* 2017;31(6):293-8. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000819>
9. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58(4):453-8. PMID: 773941
10. Böhler L. Diagnosis, pathology, and treatment of fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg* 1931;13(1):75-89. Disponible en: https://journals.lww.com/jbjsjournal/Citation/1931/13010/DIAGNOSIS,_PATHOLOGY,_AND_TREATMENT_OF_FRACTURES.10.aspx
11. Kinner B, Schieder S, Muller F, Pannek A, Roll C. Calcaneocuboid joint involvement in calcaneal fractures. *J Trauma* 2010;68(5):1192-9. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181b28b8c>
12. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M, et al. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int* 1994;15(7):349-53. <https://doi.org/10.1177/107110079401500701>
13. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. *Am J Infect Control* 1999;27:97-134. PMID: 10196487
14. Looijen RC, Misselyn D. Identification of postoperative step-offs and gaps with Brodén's view following open reduction and internal fixation of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 2019;40(7):797-802. <https://doi.org/10.1177/1071100719840812>
15. Griffin D, Parsons N, Shaw E, Kulikov Y, Hutchinson C, Thorogood M, et al. Operative versus nonoperative treatment for closed, displaced, intraarticular fractures of the calcaneus: Randomised controlled trial. *BMJ* 2014;349:g4483. <https://doi.org/10.1136/bmj.g4483>
16. Khazen G, Khazen Rassi C. Sinus tarsi approach for calcaneal fractures. The new gold standard? *Foot Ankle Clin* 2020;25(4):667-81. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2020.08.003>
17. Schepers T. Sinus tarsi approach with screws-only fixation for displaced intraarticular calcaneal fractures. *Clin Podiatr Med Surg* 2019;36(2):211-24. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2018.10.004>
18. Kir MCX, Ayanoglu S, Cabuk L, Dedeoglu SS, Imren Y, Karslioglu B, et al. Mini-plate fixation via sinus tarsi approach is superior to cannulated screw in intra-articular calcaneal fractures: A prospective randomized study. *Orthop Surg* 2018;26(3):1-7. <https://doi.org/10.1177/2309499018792742>
19. Pitts C, Almaguer A, Wilson J, Quade JH, Johnson MD. Radiographic and postoperative outcomes of plate versus screw constructs in open reduction and internal fixation of calcaneus fractures via the Sinus Tarsi. *Foot Ankle Int* 2019;40(8):929-35. <https://doi.org/10.1177/1071100719848063>
20. Nelson JD, McIff TE, Moodie PG, Iverson JL, Horton GA. Biomechanical stability of intramedullary technique for fixation of joint depressed calcaneus fracture. *Foot Ankle Int* 2010;31(3):229-35. <https://doi.org/10.1177/1071100719848063>
21. Schepers T. The sinus tarsi approach in displaced intra-articular calcaneal fractures: a systematic review. *Int Orthop* 2011;35(5):697-703. <https://doi.org/10.1007/s00264-011-1223-9>
22. Buckley RE, Meek RN. Comparison of open versus closed reduction of intraarticular calcaneal fractures: a matched cohort in workmen. *J Orthop Trauma* 1992;6(2):216-22. <https://doi.org/10.1097/00005131-199206000-00014>
23. Yeo QY, Kwek EB. Open reduction and internal fixation of displaced intra-articular calcaneal fractures with Norian Skeletal Repair System (SRS) bone cement: surgical technique, clinical and radiographical results. *Ann Acad Med Singap* 2014;43(10):515-6. PMID: 25434623
24. Geel CW, Flemister AS Jr. Standardized treatment of intra-articular calcaneal fractures using an oblique lateral incision and no bone graft. *J Trauma* 2001;50(6):1083-9. <https://doi.org/10.1097/00005373-200106000-00017>

25. Sanders R, Vaupel ZM, Erdogan M, Downes K. Operative treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures: long-term (10-20 years) results in 108 fractures using a prognostic CT classification. *J Orthop Trauma* 2014;28(10):551-63. <https://doi.org/10.1097/BOT.000000000000169>
26. Sangeorzan BJ, Ananthakrishnan D, Tencer AF. Contact characteristics of the subtalar joint after a simulated calcaneus fracture. *J Orthop Trauma* 1995;9(3):251-8. PMID: 7623179