

ORIGINAL

Técnica quirúrgica del manejo de las fracturas de calcáneo a través de un abordaje del seno del tarso



J. Mingo-Robinet*, L. González-García y C. González-Alonso

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Complejo Asistencial Universitario de Palencia, Palencia, España

Recibido el 15 de diciembre de 2023; aceptado el 18 de febrero de 2024

Disponible en Internet el 23 de febrero de 2024

PALABRAS CLAVE

Reducción abierta;
Fractura;
Calcáneo;
Fractura de calcáneo;
Sinus tarsi;
Artroscopia

Resumen Las fracturas articulares del calcáneo son fracturas clásicamente asociadas a una alta tasa de complicaciones y malos resultados. La osteosíntesis del calcáneo a través de un abordaje del seno del tarso (STA) ha mostrado unos resultados iguales o superiores a los del abordaje ampliado, habiéndose convertido en el nuevo patrón oro.

El objetivo de este artículo es detallar paso por paso y razonadamente la técnica quirúrgica de la osteosíntesis de las fracturas intraarticulares de calcáneo a través de un STA, desde la selección de la fractura, la colocación del paciente, la disposición del quirófano y del fluoroscopio, todo el proceso quirúrgico hasta el tratamiento postoperatorio.

La técnica quirúrgica descrita a continuación se describe en 6 pasos:

1. Disposición del quirófano. Colocación del paciente y del fluoroscopio.
2. Reducción de la tuberosidad posterior (corregir altura y varo).
3. STA.
4. Reducción de la superficie articular y su correcta visualización. Artroscopia.
5. Fijación de la superficie articular.
6. Fijación de la tuberosidad posterior.

La reducción anatómica de fracturas complejas de calcáneo a través de un STA requiere comprender la fractura y sus deformidades asociadas. Seguir paso a paso la secuencia descrita ayudará a conseguir una mejor reducción con el fin de lograr unos mejores resultados funcionales.

© 2024 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mingojuan@gmail.com (J. Mingo-Robinet).

KEYWORDS

Open reduction;
Fracture;
Calcaneus;
Calcaneal fracture;
Sinus tarsi;
Arthroscopy

Treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures using a sinus tarsi approach. Surgical technique

Abstract Calcaneal articular fractures are fractures classically associated with a high rate of complications and poor outcomes. Osteosynthesis of the calcaneus through a sinus tarsi approach has shown results equal to or superior to those of the extended approach, having become the new gold standard.

The objective of this article is to detail step by step the surgical technique of osteosynthesis of intra-articular fractures of the calcaneus through a sinus tarsi approach, from the selection of the fracture, positioning of the patient, layout of the operating room and the fluoroscope, the entire surgical process until postoperative treatment.

The surgical technique described below is described in 6 steps.

1. Layout of the operating room. Patient and Fluoroscope Positioning
2. Reduction of the posterior tuberosity (correct height and varus)
3. Sinus tarsi approach.
4. Reduction of the articular surface and correct visualization. Arthroscopy
5. Fixation of the articular surface
6. Fixation of the posterior tuberosity

Anatomical reduction of complex calcaneal fractures through an Sinus Tarsi Approach requires an understanding of the fracture and its associated deformities. Following the described sequence step by step will help to achieve a better reduction in order to achieve better functional results.

© 2024 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Las fracturas articulares del calcáneo son fracturas clásicamente asociadas a una alta tasa de complicaciones y malos resultados¹⁻³. Estos radican tanto en la artropatía degenerativa de la articulación subastragalina como en deformidades asociadas. De esta manera, el varo residual afectará el patrón de marcha, el acortamiento y/o la fractura de la pared lateral puede provocar un pinzamiento de los tendones peroneos, y la pérdida del ángulo de Böhler se traduce en una flexión dorsal del astrágalo y un consecuente pinzamiento tibio-astragalino anterior, con dolor anterior de tobillo.

El objetivo del tratamiento es, por tanto, una reducción articular con un escalón menor de 2 mm, recuperar la altura restaurando el ángulo de Böhler y corregir la alineación, minimizando el riesgo de complicaciones de partes blandas.

Desde hace décadas, el abordaje lateral ampliado ha sido considerado como el patrón oro en el tratamiento quirúrgico de estas fracturas, permitiendo una exposición completa y facilidad para una osteosíntesis con placa. Con el fin de minimizar las complicaciones de partes blandas y preservar la vascularización, ha crecido el interés por lograr los mismos objetivos mediante una osteosíntesis mínimamente invasiva⁴. Entre estas técnicas se incluyen el abordaje del seno del tarso (STA), el uso de la artroscopia, la osteosíntesis percutánea con tornillos o el uso de placas específicas para cirugía mínimamente invasiva. De todas ellas, la osteosíntesis a través de un STA se ha impuesto como el abordaje de elección en estas fracturas, consiguiendo unos

resultados iguales o superiores a los del abordaje ampliado, con menores complicaciones de partes blandas⁵⁻¹⁰.

Sin embargo, la cantidad de artículos que detallan paso a paso esta técnica quirúrgica es limitada. El objetivo de este artículo es, con base en la literatura actual y la experiencia de los autores, detallar paso por paso y razonadamente la técnica quirúrgica de la osteosíntesis de las fracturas intraarticulares de calcáneo a través de un STA, desde la selección de la fractura, la colocación del paciente, la disposición del quirófano y del fluoroscopio, todo el proceso quirúrgico hasta el tratamiento postoperatorio.

Indicaciones y contraindicaciones. Selección del paciente

Las indicaciones de tratamiento dependen del trazo de la fractura y del grado de desplazamiento de los fragmentos, pero también de las características del paciente y de sus preferencias.

Si bien los pacientes de edad avanzada, con bajo nivel funcional, fumadores, diabéticos o con insuficiencia vascular no son buenos candidatos a la cirugía convencional, los abordajes mínimamente invasivos, que presentan un menor riesgo de complicaciones de partes blandas, permiten abrir el abanico de pacientes susceptibles de una cirugía¹¹⁻¹³.

Asimismo, es fundamental valorar con el paciente las expectativas respecto a la cirugía, ya que, incluso tras el tratamiento quirúrgico, las secuelas son probables en estas fracturas¹⁴⁻¹⁷. Debemos prevenir al paciente de probable riesgo de rigidez subastragalina, dificultad para caminar por

terreno irregular, ensanchamiento del talón que puede hacer modificar el calzado y/o artrosis residual que pueda precisar de una artrodesis subastragalina.

Sin embargo, si bien las secuelas son posibles, el tratamiento quirúrgico adecuado mediante la reducción abierta y la fijación interna se ha asociado a mejores resultados que el tratamiento no quirúrgico, independientemente del trazo de fractura o las características del paciente¹⁸⁻²¹, así como a una menor tasa de artrosis postraumática y la necesidad de una fusión subastragalina secundaria²². En aquellos casos en los que el paciente finalmente precisa de una artrodesis, la restauración de la anatomía (varo retropié, altura calcáneo o ensanchamiento de la pared lateral y pinzamiento de los peroneos) tras la reducción y fijación interna conlleva una cirugía de rescate menos compleja, con mejores resultados clínicos que en los tratados de forma conservadora²³.

Ventajas y riesgos del abordaje del seno del tarso

Si bien las ventajas del STA sobre el abordaje extendido son claras en cuanto a un menor riesgo de complicaciones y menor tasa de infección, así como un tiempo de operación y recuperación más corto^{4,24,25}, es fundamental comprender que la elección de una vía de abordaje limitado como es el STA no debe condicionar el resultado final.

La obtención de un correcto resultado funcional dependerá de corregir el conjunto de deformidades asociadas a la fractura que conllevan un peor resultado funcional, mayor probabilidad de una cirugía de rescate y un peor resultado de esta: varo y acortamiento de la tuberosidad posterior, fractura y desplazamiento de la faceta posterior, rotura de la pared lateral, pérdida de altura y ensanchamiento del calcáneo¹⁹.

Por tanto, asociado a las ventajas en cuanto a partes blandas, el principal inconveniente del STA es que aporta una moderada visualización de la articulación subastragalina, lo que puede representar un desafío para cirujanos con poca experiencia en tratar con fracturas intraarticulares complejas de calcáneo, y condicionar una peor reducción articular y un peor resultado radiológico y funcional^{18,26}.

Otro factor fundamental a la hora de usar este abordaje es el tiempo de evolución desde la fractura hasta la cirugía, ya que uno de los puntos clave del éxito en la reducción es la movilidad de los fragmentos y la posibilidad de usar la ligamentotaxis para reducir indirectamente la fractura. Por ello, a diferencia del tratamiento mediante un abordaje extendido, la cirugía debería programarse preferentemente en los primeros 7 días tras el traumatismo, habiéndose incluso descrito la cirugía en los 3 primeros días sin un aumento de las complicaciones^{27,28}. El estado de las partes blandas secundario al traumatismo inicial influirá, por tanto, en la decisión de abordar la fractura en la primera semana a través de un STA o bien demorar la cirugía. Pasadas 2 semanas de la fractura, la reducción de los fragmentos a través de este abordaje es muy dificultosa y puede ver condicionado su resultado, siendo necesario plantear un abordaje lateral extendido.

Por último, y también importante, hay que señalar que la decisión de realizar un STA o uno ampliado ha de ser cuidadosamente planificada y establecida sabiendo que, a

diferencia de otras cirugías mínimamente invasivas, un cambio de plan intraoperatorio no es posible, puesto que no es factible ampliar la incisión ni combinar ambas incisiones. La comprensión y elección de la fractura es de suma importancia, y para ello nos basaremos en su clasificación.

Clasificación de las fracturas de calcáneo

La clasificación clásica de Essex-Lopresti²⁹ de 1952 divide estas fracturas en 2 tipos: un primer tipo, «lengua», producto de la compresión vertical, que presenta una línea de fractura horizontal que discurre posteriormente, creando un fragmento posterior-superior, y un segundo tipo, «depresión articular», que se trata de una única línea de fractura vertical que separa las porciones anterior y posterior del calcáneo.

Posteriormente, Sanders et al.³⁰, en 1993, describieron la que ha sido la clasificación más usada durante muchos años por su utilidad para la planificación y su valor pronóstico^{1,31}. Basada en imágenes de tomografía computarizada, clasifica estas lesiones según su grado de conminución y la posición de la línea de fractura en la faceta articular del calcáneo.

En 2018, AO propone su clasificación³², más completa ya que aúna las 2 previas, y que es la preferida por los autores ya que permite seleccionar la técnica quirúrgica adecuada y la indicación de un STA o un abordaje extendido. Siguiendo esta clasificación, entendemos que lograr una correcta reducción de la superficie articular a través de un STA es más difícil según avancemos en ella (fig. 1). Siguiendo esta clasificación, en nuestra opinión, es el procedimiento de elección en las fracturas más sencillas, la AO82B (tipo lengua) y la AO82C1 (Sanders II). En el caso de las AO82C2 (Sanders III), se requiere experiencia por parte del cirujano y una buena selección y planificación, siendo más sencillas aquellas con trazos más laterales que mediales. En las 82C3 (Sanders IV) no está indicada la osteosíntesis a través de un STA, sin embargo, si lo está la artrodesis primaria a través de dicho abordaje (fig. 1).

El cirujano novel en este tipo de procedimientos mínimamente invasivos debe comenzar por las fracturas más sencillas, idealmente las fracturas AO82B y AO82C1. Para ello es imperativo un buen estudio radiológico con tomografía computarizada, solicitando al radiólogo unas buenas reconstrucciones triplanares, entender el trazo de fractura y una correcta planificación.

Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica descrita a continuación se basa en una cuidadosa planificación preoperatoria, entender y seleccionar la fractura, así como entender el porqué, el cómo y en qué orden realizar los pasos necesarios para reducir el varo, recuperar altura, reducir la superficie articular y restaurar el ángulo de Böhler. Para ello seguiremos 6 pasos:

1. Disposición del quirófano. Colocación del paciente y del fluoroscopio.
2. Reducción de la tuberosidad posterior (corregir altura y varo).
3. STA.
4. Reducción de la superficie articular y su correcta visualización. Artroscopia.

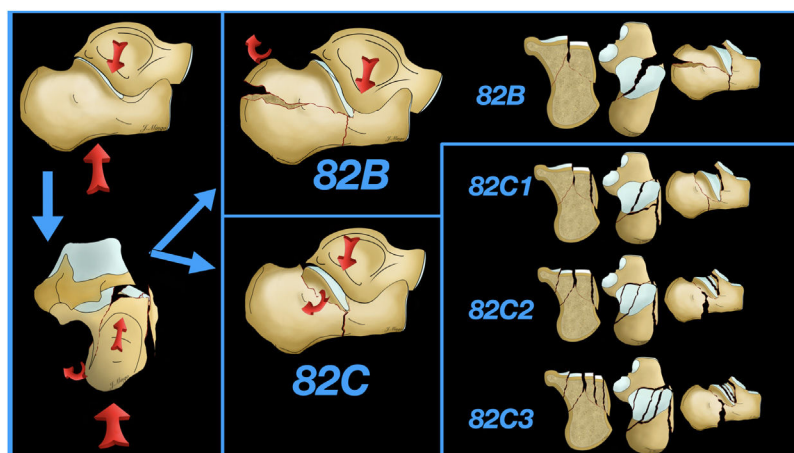


Figura 1 Clasificación AO de las fracturas de calcáneo: se detallan las principales fuerzas deformantes y los principales fragmentos.

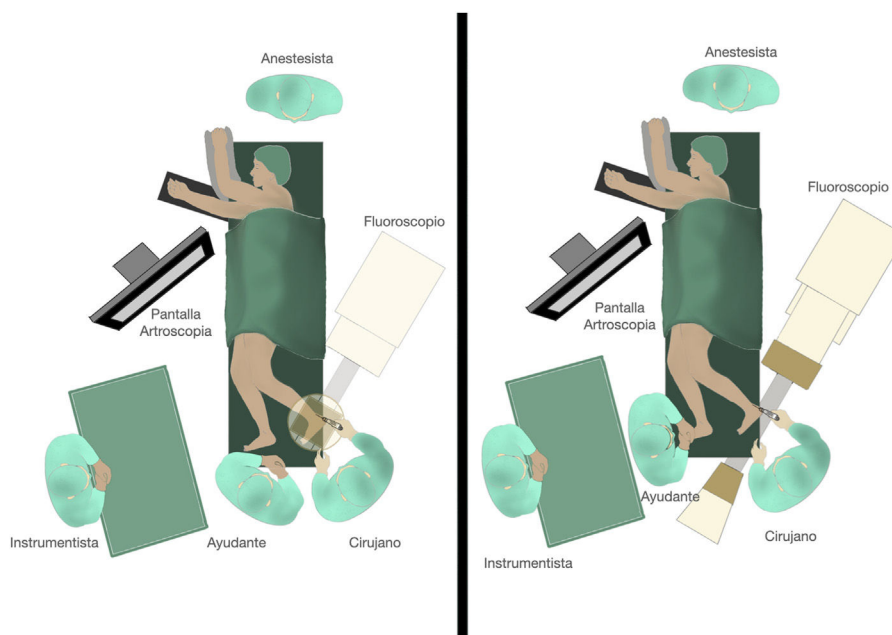


Figura 2 Disposición del quirófano.

5. Fijación de la superficie articular.
6. Fijación de la tuberosidad posterior.

Paso 1. Disposición del quirófano. Colocación del paciente y del fluoroscopio

En esta cirugía, la colocación del paciente y del personal de quirófano, el fluoroscopio y el artroscopio son fundamentales para obtener unas buenas proyecciones radiológicas para controlar la reducción y la osteosíntesis de la fractura de una forma cómoda.

La cirugía se realiza bajo anestesia raquídea y/o anestesia locorregional, con el paciente colocado en una mesa radiotransparente en decúbito lateral sobre el lado sano. El miembro sano se coloca anterior y el miembro a intervenir

posterior sobre el borde de la mesa, sobre un soporte radiotransparente o unas sábanas. La cirugía se realiza bajo isquemia mediante exanguinación del miembro con venda elástica tipo smarch (fig. 2).

Para realizar este procedimiento precisamos de 3 proyecciones básicas: lateral, lateral oblicua o proyección de Broden y axial o proyección de Harris. Para ello disponemos el fluoroscopio a unos 30-40° de la mesa quirúrgica, posterior al paciente y entrando desde la cabeza de este. Desde esta posición no interferirá con la cirugía. Entrando desde esta posición se obtiene una proyección lateral pura. Para visualizar la faceta posterior y la articulación subastragalina usamos la proyección de Broden, que conseguiremos realizando rotación externa de la pierna entre 30° y 45°. Finalmente, para obtener una imagen axial pura simplemente angularemos el fluoroscopio 90°.

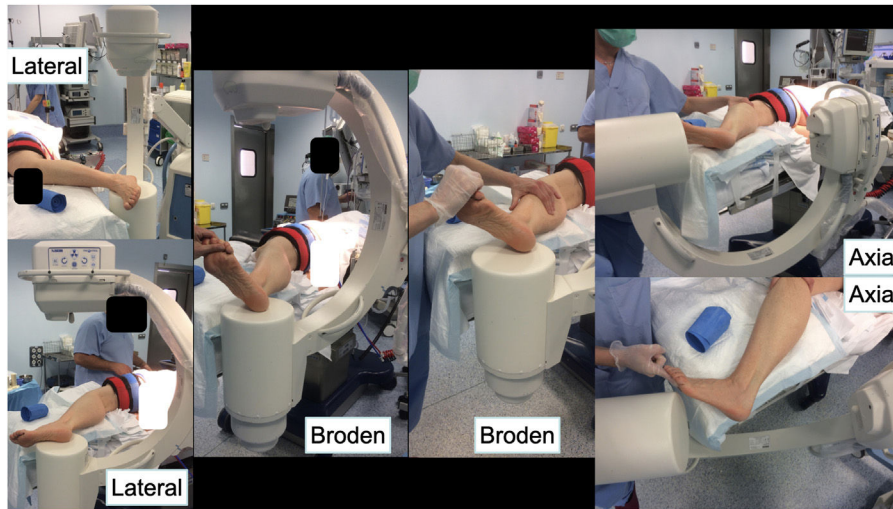


Figura 3 Colocación del fluoroscopio para obtener las 3 proyecciones: lateral, oblicua de Broden y axial de calcáneo.

Con esta configuración conseguiremos con un solo movimiento del fluoroscopio las 3 proyecciones indispensables para la cirugía (fig. 3).

Paso 2. Reducción de la tuberosidad posterior. **Aplicación de un dispositivo de fijación externa o distractor**

Este paso, en ocasiones olvidado o no mencionado en alguna técnica, es fundamental para conseguir tanto la reducción del varo del retropié como posteriormente de la superficie articular en un paso posterior.

Como vemos en la figura 4, la fuerza de compresión produce un desplazamiento proximal y en varo de la tuberosidad posterior.

Dicha deformidad en varo ha de ser reducida realizando tracción y valgo. Para ello se ha descrito el uso de una tracción transcálcanea, un Steinmann introducido desde el lado posterior o un fijador externo/distractor colocado tanto desde el lado lateral como medial.

La tracción transcálcanea, por su incomodidad y precisar de una persona que traccione, probablemente no sea la mejor opción para manejar el pie durante toda la cirugía. El Steinmann introducido por el lado posterior no siempre realiza la fuerza suficiente para corregir el varo, al ser un dispositivo unicortical insertado en hueso esponjoso fracturado, pero, más importante, no permite realizar la tracción necesaria para dar longitud a la tuberosidad posterior, por lo que desaconsejamos este método.

En nuestra opinión, el sistema ideal es un distractor, si bien al no estar disponible en todos los centros, este puede ser sustituido por un fijador externo, y puede ser colocado tanto en la cara lateral como en la medial del pie. En nuestra experiencia, es más cómodo y efectivo colocar un fijador externo desde el lado medial, ya que no interfiere con el resto de la cirugía y nos permite corregir mejor el varo de la tuberosidad posterior.

La función del fijador externo es tanto corregir el varo de la tuberosidad posterior como, al realizar tracción, retirar la tuberosidad que se encuentra interpuesta entre los

fragmentos articulares, impidiendo la reducción de la superficie articular de la faceta posterior del calcáneo un paso posterior (fig. 5).

Entender este concepto es crítico, ya que si no conseguimos retirar la tuberosidad, no será posible reducir el fragmento articular, puesto que la tuberosidad se encuentra físicamente interpuesta entre ambos fragmentos. Esta puede ser una de las causas de que no logremos una reducción articular satisfactoria (fig. 6).

Varios aspectos han de ser tenidos en cuenta al introducir los pines (fig. 7):

- El pin más proximal puede ser introducido en el cuello del astrágalo o en la tibia distal, a elección del cirujano.
- El pin del calcáneo ha de ser introducido perpendicular a la tuberosidad. Para ello, desplazaremos ligeramente nuestra mano hacia la cabeza del paciente para introducir el pin perpendicular a la tuberosidad del calcáneo que se encuentra en varo. Ambos pines quedan en una posición divergente.
- El pin del calcáneo ha de ser colocado de forma bicortical, puesto que un pin introducido en la esponjosa del hueso fracturado probablemente se movilice dentro de este y no ejerza fuerza suficiente para corregir la deformidad.
- Los pines han de ser idealmente de un diámetro de al menos 5 mm, ya que de lo contrario se suelen doblar y se pierde fuerza de tracción.

Una vez reducida la tuberosidad posterior, los pines pasan de una posición divergente a una convergente. Comprobaremos la corrección de la longitud y del varo de retropié tanto radiográfica como clínicamente (fig. 8, tabla 1).

Paso 3. Abordaje del seno del tarso

En un STA estándar realizamos una incisión desde un punto 1 cm distal a la punta del maléolo peroneo hasta la base del cuarto metatarsiano. Se trata de un abordaje sin grandes estructuras vasculonerviosas cercanas, en el que únicamente nos podemos encontrar ramas del nervio sural. En

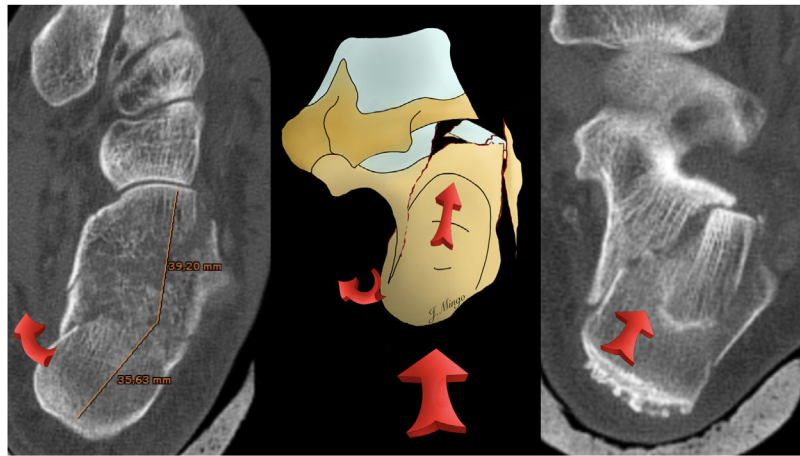


Figura 4 Patoanatomía de la fractura: desplazamiento de la tuberosidad posterior en varo y proximal.

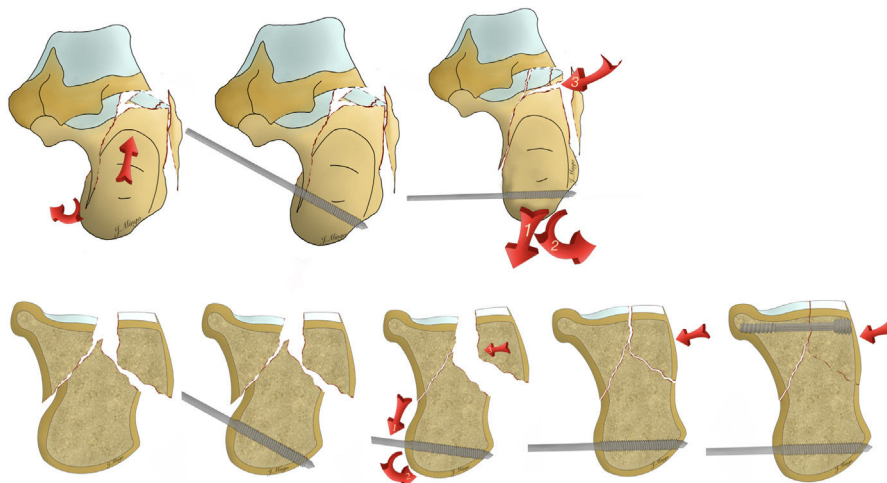


Figura 5 Reducción de la tuberosidad posterior mediante el uso de un distractor/fijador externo.

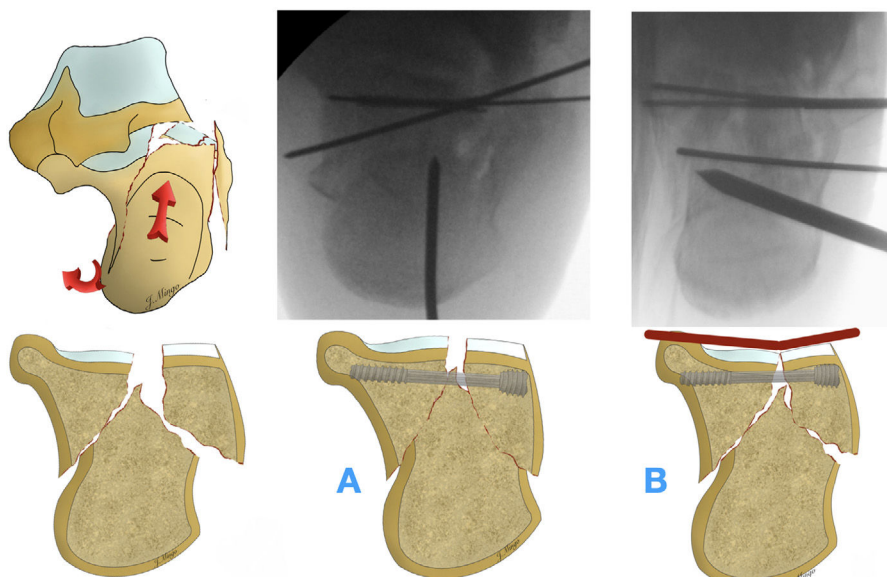


Figura 6 La tuberosidad posterior no reducida impide la correcta reducción de los fragmentos articulares.

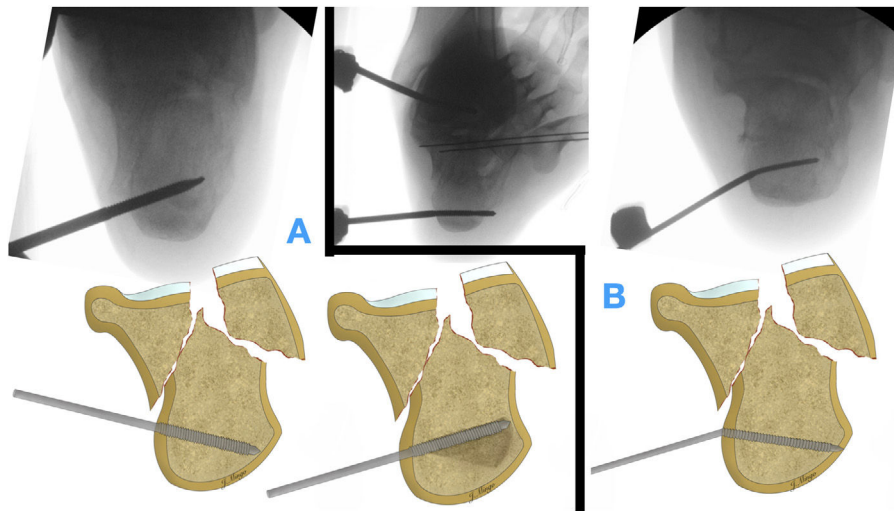


Figura 7 Errores en la reducción de la tuberosidad posterior.

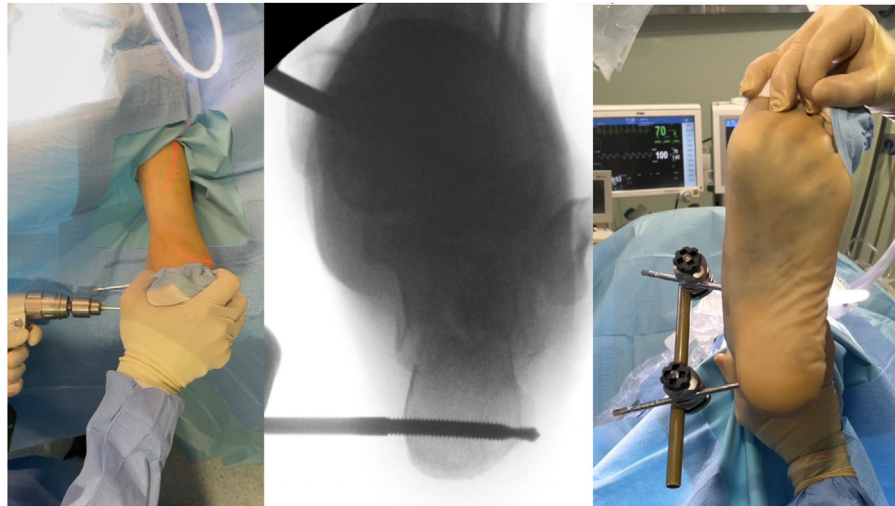


Figura 8 Reducción de la longitud y el varo de la tuberosidad posterior.

Tabla 1 Puntos clave de la fijación externa/distractor

Fijador externo/distractor medial evita material en la zona quirúrgica
Barra del fijador radiotransparente
Pines del fijador externo de al menos 5 mm
Pin proximal en el cuello del astrágalo o tibia distal
Pin calcáneo divergente, ligeramente de craneal a caudal
Pin del calcáneo bicortical

la parte inferior y posterior del abordaje encontraremos la vaina de los peroneos, que no es necesario abrir. Un separador tipo Hohmann en la parte posterior de la articulación subastragalina nos permite separar los tendones de la parte posterior de la articulación. En caso de una visión dificultosa, el abordaje puede ser ampliado por detrás de los tendones peroneos. Retrayendo estos hacia la parte anterior



Figura 9 Abordaje del seno del tarso en una fractura de calcáneo.

podemos acceder a la parte posterior de la faceta posterior (fig. 9).

Inmediatamente podremos apreciar la faceta posterior hundida y la pared lateral fracturada (fig. 10).

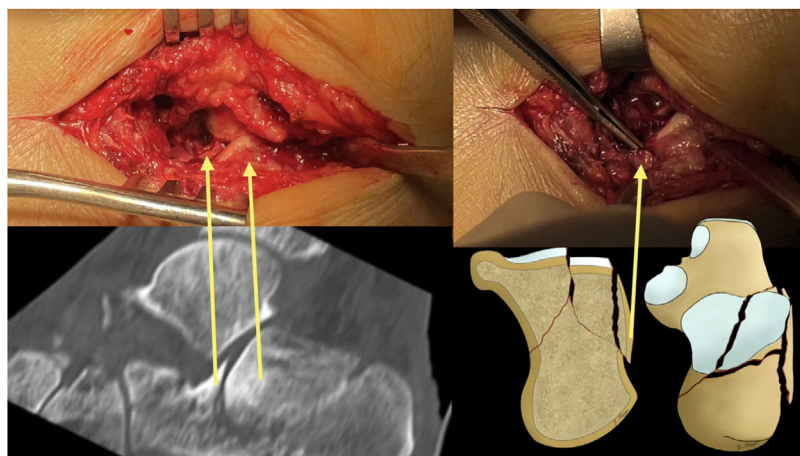


Figura 10 Abordaje del seno del tarso y visualización de la faceta posterior y pared lateral de la fractura.

Modificaciones del abordaje del seno del tarso

El STA en las fracturas de calcáneo puede modificarse para conseguir una mayor visión de la parte posterior del calcáneo y facilitar la reducción y la fijación interna con placa³³ (fig. 11).

Este abordaje se realiza 1,5 cm más distalmente a la punta del maléolo lateral, a lo largo del eje del calcáneo y extendido desde la base del cuarto metatarsiano, 1 cm anterior al tendón de Aquiles. Este abordaje no afecta a la vascularización cutánea y proporciona una amplia exposición de la articulación calcaneocuboidea, la faceta posterior, la pared lateral del calcáneo y gran parte de la tuberosidad del calcáneo. Este amplio abordaje permite un mayor campo quirúrgico, más facilidad para la reducción y una fijación con placa mucho más fácil que el STA tradicional³⁴.

Paso 4. Reducción de la superficie articular y su correcta visualización. Artroscopia

La técnica de reducción de la superficie articular varía en función del tipo de fractura. En el caso de las fracturas AO82B, realizamos una reducción indirecta, ayudándonos de una aguja de Kirschner gruesa. Introduciremos esta desde la parte posterior del calcáneo, paralela al trazo de fractura y con una ligera desviación hacia lateral. Ha de avanzar hasta la faceta posterior del fragmento en lengua (fig. 12).

En este momento realizamos una flexión plantar para reducir la tensión del tendón de Aquiles y reducimos el fragmento en lengua realizando una presión con la aguja hacia abajo y hacia lateral, con el fin de levantar la superficie articular y reducirla hacia el fragmento constante medial. Nos podemos ayudar de un periostotomo para facilitar la reducción del fragmento y mantenerlo reducido. En este momento comprobamos la reducción de la superficie articular bajo visión directa y fijaremos con agujas de Kirschner, idealmente las mismas que usaremos para poner el tornillo canulado.

En el caso de las fracturas 82C, la reducción ha de ser realizada de manera directa a través del abordaje del STA. Para ello podemos usar un periostotomo que introduciremos entre la pared lateral rota y el fragmento articular hundido. Ejerciendo una presión directa levantamos dicho fragmento

reduciendo la fractura (fig. 13). En el infrecuente caso de que nos enfrentamos a patrones de fractura 82C2 con un trazo muy lateral, es posible reconstruir la articulación en la mesa y posteriormente reducir dichos fragmentos sobre el fragmento constante (fig. 13). Una vez el fragmento está reducido, es fijado con agujas de Kirschner en dirección lateral a medial.

La visualización de la reducción de la superficie articular la realizaremos mediante visión directa y con la ayuda del fluoroscopio, realizando las 3 proyecciones descritas anteriormente. Sin embargo, al ser el abordaje limitado y una articulación pequeña y difícil de distraer, la visión es limitada. Con el fin de aumentar la visión directa de la superficie articular, en nuestra práctica habitual usamos un artroscopio de pequeñas articulaciones. Introducido en seco a través del abordaje quirúrgico, nos permite una visión directa de la articulación y de los trazos más mediales, otorgándonos información tanto de la calidad de la reducción como de la compresión que realizaremos con los tornillos (fig. 14).

El uso sistemático del artroscopio en las fracturas de calcáneo se describe habitualmente en el marco de una reducción percutánea asistida por artroscopia y fijación interna con tornillos percutáneos³⁵. Sin embargo, se trata de una técnica quirúrgica altamente demandante y con apenas una decena de series descritas en la literatura. Por ello, algunos autores combinan un abordaje abierto, extendido o mínimamente invasivo, con la artroscopia, mejorando significativamente la reducción articular en comparación con la reducción asistida únicamente por fluoroscopia, asociando además un tiempo quirúrgico más corto que los procedimientos asistidos por fluoroscopia³⁶.

Ambos datos confirman la importancia del uso sistemático de la artroscopia en el tratamiento de las fracturas de calcáneo, y por ello en nuestra práctica habitual la incluimos en la planificación quirúrgica (tabla 2).

Paso 5. Fijación de la superficie articular

La fijación provisional de la faceta posterior la realizamos con las mismas agujas de los tornillos canulados que vamos a usar posteriormente para la fijación definitiva. La dirección de estas será de lateral a medial, con una entrada distal y ligeramente posterior a la punta del peroné, y con una

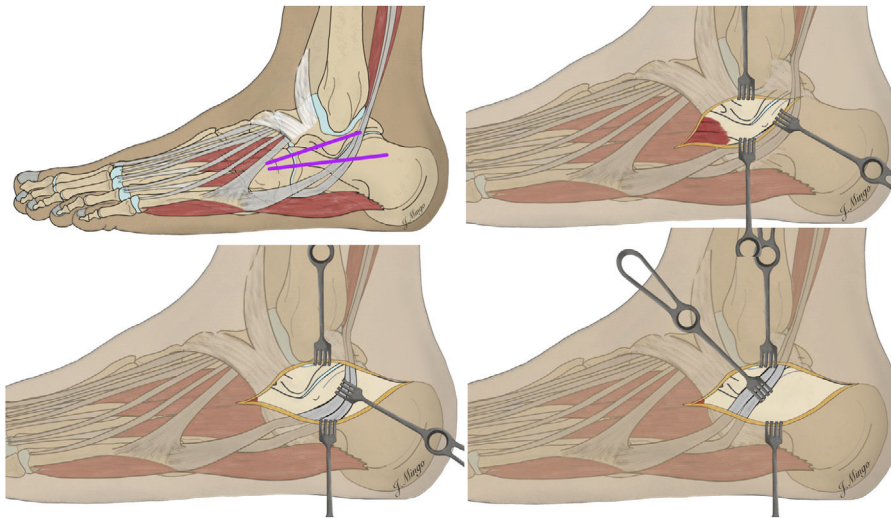


Figura 11 Abordaje del seno del tarso modificado.

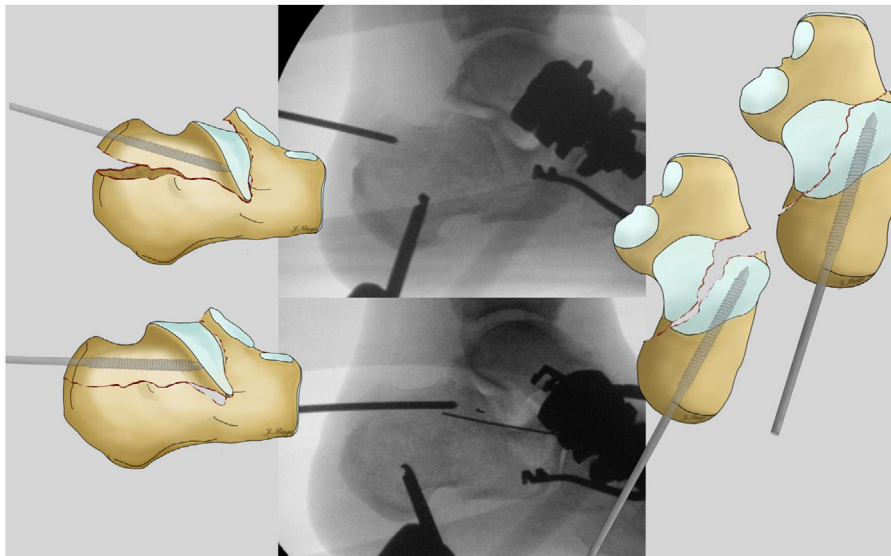


Figura 12 Técnica de reducción de las fracturas AO82B.

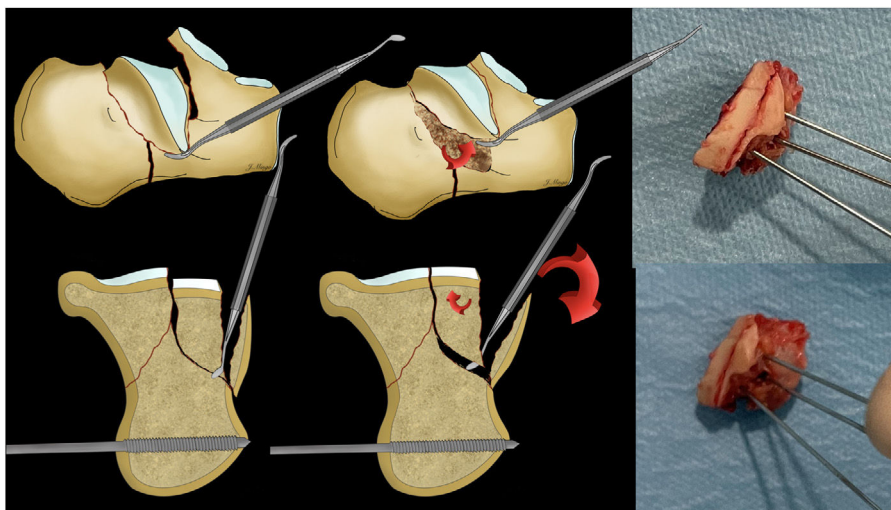


Figura 13 Técnica de reducción de las fracturas AO82C.

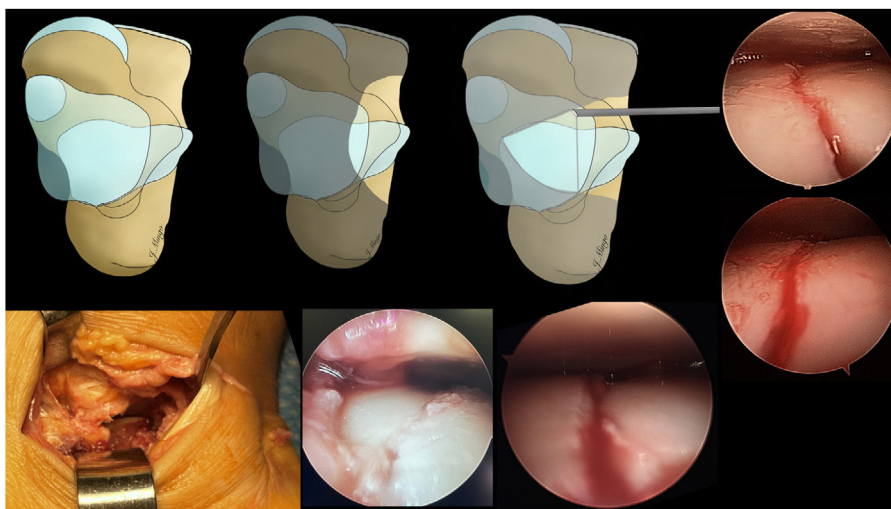


Figura 14 Uso del artroscopio para visualizar la calidad de la reducción articular.

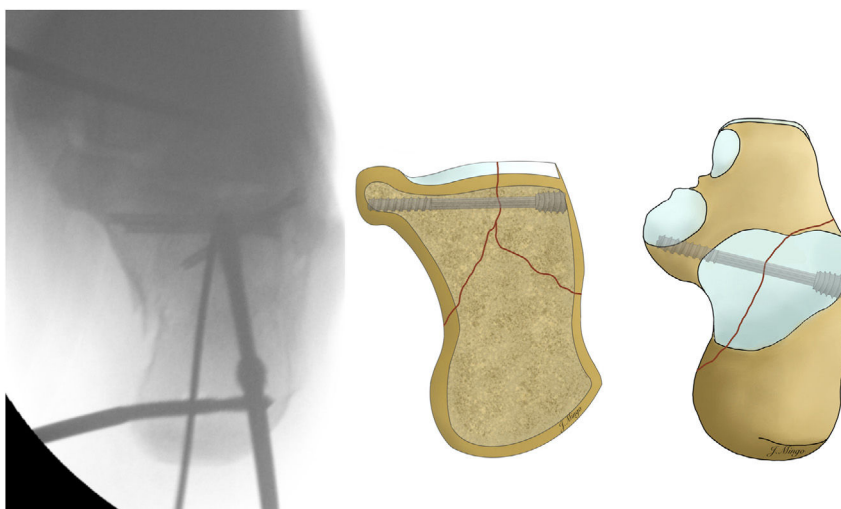


Figura 15 Dirección de los tornillos de fijación de la superficie articular.

dirección de unos 20-30° a distal, con el objeto de fijar la faceta posterior al fragmento constante, el sustentáculum tali (fig. 15). La dirección se comprueba con el fluoroscopio en las 3 proyecciones descritas. La fijación definitiva se realiza con uno o 2 tornillos canulados de 3-4 mm. Posteriormente comprobaremos la reducción y compresión de los fragmentos, y la posición de los tornillos tanto con fluoroscopia como con el artroscopio.

Paso 6. Fijación de la tuberosidad posterior (eje y longitud)

En este último paso fijaremos la tuberosidad posterior con tornillos canulados grandes, de entre 5-6,5 mm. Estos tornillos tienen como misión fijar la tuberosidad posterior a la parte anterior del calcáneo.

En las fracturas 82B, tipo lengua, podemos introducir un tornillo en la parte posterior del fragmento, desde superior a inferior, para fijar el fragmento en lengua a la tuberosidad posterior. Esto lo realizamos a través de un abordaje per-

cutáneo posterolateral, en dirección inferior, comprimiendo de esta manera el fragmento en lengua contra la tuberosidad posterior (fig. 16).

Para fijar la tuberosidad posterior del calcáneo, introduciremos las agujas guía desde la parte posterior del calcáneo, en dirección hacia el cuarto dedo del pie. Una vez introducidas comprobamos su correcta colocación mediante unas proyecciones lateral y axial, y fijaremos definitivamente con 2 tornillos (fig. 17).

Distintas configuraciones de fijación con tornillos

En cuanto a la disposición de los tornillos, sigue sin existir evidencia clara en la literatura. Estudios biomecánicos en cadáver o sawbone describen fijaciones más estables con menor desplazamiento en varo y mayor resistencia a la pérdida de reducción de la faceta posterior con configuraciones con 2 tornillos, uno medial de inferior a superior en el sustentáculum tali y otro lateral en el eje largo hacia el proceso calcáneo anterior^{37,38} (fig. 18).

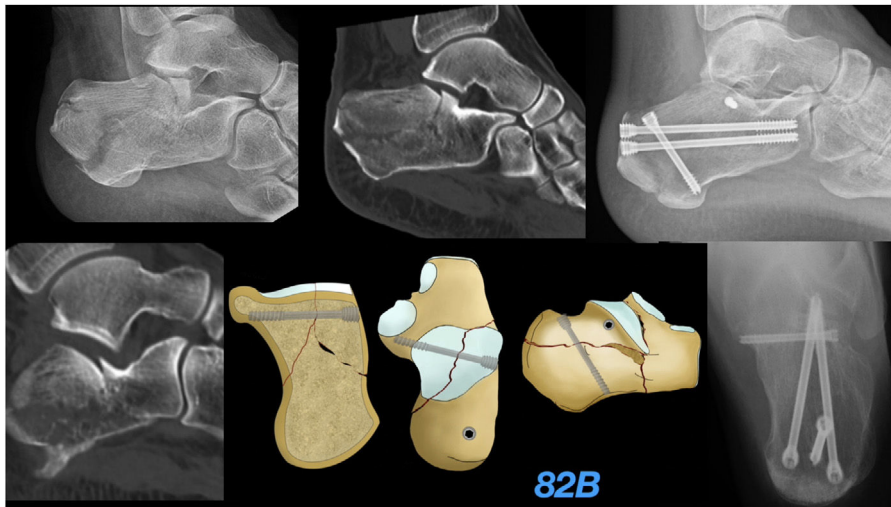


Figura 16 Fijación del fragmento «en lengua» de las fracturas AO82B.



Figura 17 Fijación de la tuberosidad posterior con tornillos canulados.

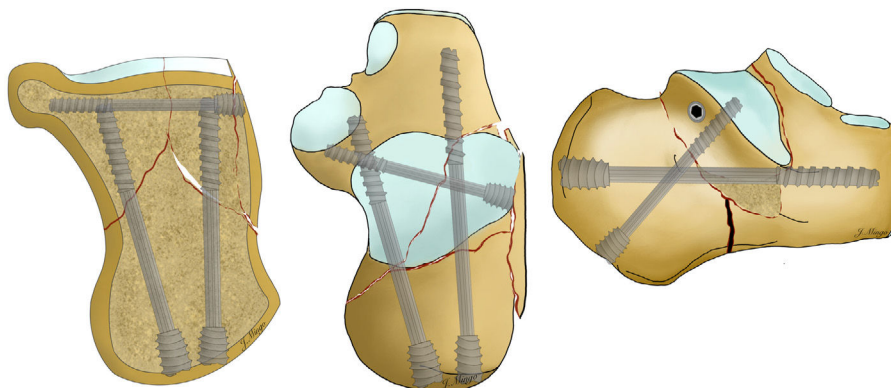


Figura 18 Configuraciones de tornillos más estables *in vitro*.

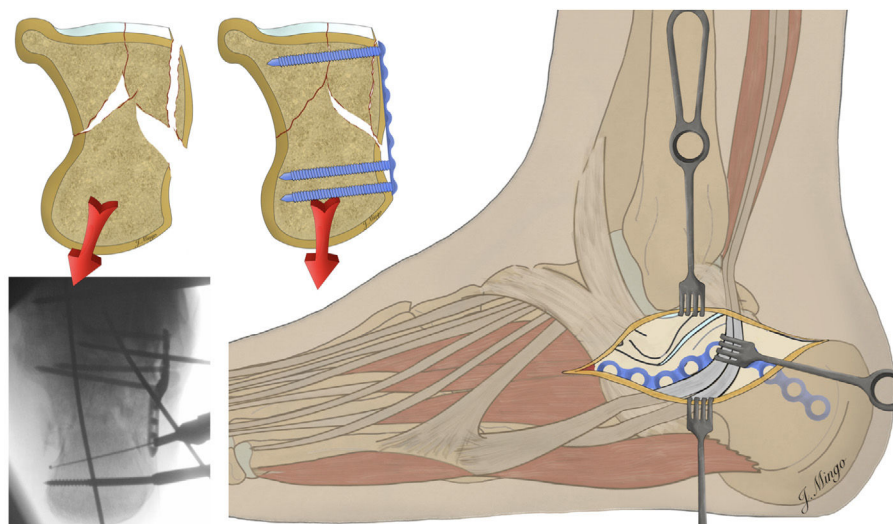


Figura 19 Osteosíntesis con placa de fractura de calcáneo a través de un abordaje del seno del tarso modificado.

Tabla 2 Ventajas y desventajas del uso de la artroscopia en las fracturas de calcáneo

Ventajas	Desventajas
Fácil de usar	Incrementa el tiempo de preparación antes de la cirugía
Solo cámara, poco equipamiento	Complica la disposición de todo el aparataje del quirófano
Ideal para visualizar una articulación estrecha	Su uso no excluye la necesidad de fluoroscopia
Permite retirar fragmentos osteocondrales de la zona medial	
Permite mejor visualización de la reducción articular	
Permite detectar tornillos intraarticulares	
Reduce la exposición a la fluoroscopia	
Cirugía posiblemente más corta	

Osteosíntesis con placa

Una vez fijada la superficie articular, y como opción a la fijación de la tuberosidad posterior con tornillos, puede usarse una placa insertada a través del STA. Si bien existen placas de calcáneo diseñadas específicamente para ser usadas a través de este abordaje, es posible usar también placas de bajo perfil no específicas.

La fijación definitiva mediante el uso de placa no implica ampliar la incisión. Para poder introducirla, debemos comenzar por crear un pequeño túnel entre la pared lateral rota y los tendones peroneos. La placa se introducirá a través del mismo abordaje y se deslizará de forma percutánea por debajo de los tendones peroneos a través del túnel creado. Una vez comprobada la ubicación final de

la placa mediante fluoroscopia, comenzaremos colocando los tornillos visibles de la placa, bajo la superficie articular posterior, y posteriormente los tornillos de la tuberosidad posterior. Las ventajas principales de la placa son, en primer lugar, que nos ayudarán a comprimir la pared lateral fracturada contra el calcáneo, y, en segundo lugar, en el caso de que exista un varo residual, podremos usar la placa para aproximar la tuberosidad a esta. En este último supuesto, comenzaremos con un tornillo de cortical y, una vez aproximados hueso y placa, finalizaremos con un segundo tornillo bloqueado a la tuberosidad posterior. En caso de que la placa se encuentre bien puesta sobre el hueso y bien corregido el varo, podemos fijar usando únicamente tornillos bloqueados (fig. 19).

Osteosíntesis con placas vs. tornillos

Existen pocos estudios en la literatura que comparen la fijación de la fractura con tornillos percutáneos o con una placa insertada a través del STA. Weng et al.³⁹, en un estudio retrospectivo comparando ambos métodos de fijación, no encontraron diferencias significativas en las puntuaciones de AOFAS, el ángulo de Böhler, el ángulo de Gissane, la longitud del calcáneo y la altura entre los 2 grupos, salvo en el subgrupo de fracturas Sanders III/82C2, en el que la fijación percutánea con tornillos tiene menor estabilidad que la fijación con placa.

Sato et al.⁴⁰, comparando la estabilidad de la fijación con tornillos y la fijación con placa a través de un STA, no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el postoperatorio inmediato del ángulo de Böhler ni del escalón intraarticular. Sin embargo, la pérdida del ángulo de Böhler en el postoperatorio fue significativamente menor en el grupo de placas de bloqueo que en el grupo de tornillos. La puntuación AOFAS fue ligeramente mejor en el grupo de placa de bloqueo, aunque dicha diferencia no fue estadísticamente significativa.

Con base en estos 2 estudios, es posible que en fracturas más conminutas (fracturas 82C2) la osteosíntesis con placa

pueda ser una opción a considerar aparte de la osteosíntesis con tornillos.

Postoperatorio

El injerto óseo no es necesario de rutina en este procedimiento. El cierre es realizado con sutura reabsorbible 3/0. Se finaliza con un vendaje suave muy almohadillado, no siendo necesario el uso de férula de yeso. Se pueden realizar movimientos de flexoextensión de tobillo inmediatamente tras la cirugía. El paciente puede ser dado de alta al día siguiente de la intervención y revisado a los 7-10 días. A partir de este momento puede empezar tratamiento rehabilitador. El paciente puede iniciar carga progresiva según dolor a partir de las 6-8 semanas.

Conclusión

La reducción anatómica de fracturas complejas de calcáneo a través de un STA requiere comprender la fractura y sus deformidades asociadas. Seguir paso a paso la secuencia descrita ayudará a conseguir una mejor reducción con el fin de lograr unos mejores resultados funcionales.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Sanders R, Vaupel ZM, Erdogan M, Downes K. Operative treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures: Longterm (10-20 years) results in 108 fractures using a prognostic CT classification. *J Orthop Trauma*. 2014;28:551-63.
- Buckley R, Tough S, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, et al. Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: A prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84:1733-44.
- Ågren PH, Tullberg T, Mukka S, Wretenberg P, Sayed-Noor AS. Post-traumatic in situ fusion after calcaneal fractures: A retrospective study with 7-28 years follow-up. *Foot Ankle Surg*. 2015;21:56-9.
- Khazen G, Khazen Rassi C. Sinus tarsi approach for calcaneal fractures. The new gold standard? *Foot Ankle Clin*. 2020;25:667-81.
- Mehta CR, An VV, Phan K, Sivakumar B, Kanawati AJ, Suthersan M. Extensile lateral versus sinus tarsi approach for displaced, intra-articular calcaneal fractures: A meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2018;13:243.
- Bai L, Hou YL, Lin GH, Zhang X, Liu GQ, Yu B. Sinus tarsi approach (STA) versus extensile lateral approach (ELA) for treatment of closed displaced intra-articular calcaneal fractures (DIACF): A meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2018;104:239-44.
- Nosewicz TL, Dingemans SA, Backes M, Luitse JSK, Goslings JC, Schepers T. A systematic review and meta-analysis of the sinus tarsi and extended lateral approach in the operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Surg*. 2019;25:580-8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fas.2018.08.006>.
- Lu Y, Zhou YF, Li L, Yu Z, Wang Q, Sun YY, et al. Sinus tarsi approach versus the extended lateral approach for displaced intra-articular calcaneal fractures: A systematic review and meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021;141:1659-67, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-020-03554-9>.
- Yu T, Xiong Y, Kang A, Zhou H, He W, Zhu H, et al. Comparison of sinus tarsi approach and extensile lateral approach for calcaneal fractures: A systematic review of overlapping meta-analyses. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2020;28, <http://dx.doi.org/10.1177/2309499020915282>, PMID: 32314645.
- Peng C, Yuan B, Guo W, Li N, Tian H. Extensile lateral versus sinus tarsi approach for calcaneal fractures: A metaanalysis. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100:e26717.
- Syros A, Perez J, Hodgins BH, Boden AL, Constantinescu DS, Smith B, et al. Sinus tarsi approach in high-risk patients with displaced intra-articular calcaneus fractures: A case series. *J Orthop*. 2022;34:282-7.
- Wallace B, Chhabra A, Narayanan A, O'Neill D, Xi Y, van Pelt M, et al. Low risk of wound complications with sinus tarsi approach for treatment of calcaneus fractures. *J Foot Ankle Surg*. 2022;61:771-5.
- Heyes G, Weigelt L, Molloy A, Mason L. The influence of smoking on foot and ankle surgery: A review of the literature. *Foot (Edinb)*. 2021;46:101735.
- Dickenson EJ, Parsons N, Griffin DR. Open reduction and internal fixation versus nonoperative treatment for closed, displaced, intra-articular fractures of the calcaneus: Long-term follow-up from the HeFT randomized controlled trial. *Bone Joint J*. 2021;103-B:1040-6.
- Richter I, Krahenbuhl N, Ruiz R, Susdorf R, Horn Lang T, Hintermann B. Mid- to long-term outcome in patients treated with a mini-open sinus-tarsi approach for calcaneal fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021;141:611-7 <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03530-3>
- Driessen M, Edwards M, Biert J, Hermans E. Long-term results of displaced intra-articular calcaneal fractures treated with minimal invasive surgery using percutaneous screw fixation. *Injury*. 2021;52:1054-9.
- Cianni L, Vitiello R, Greco T, Sirgiovanni M, Ragonesi G, Maccauro G, et al. Predictive factors of poor outcome in sanders type III and IV calcaneal fractures treated with an open reduction and internal fixation with plate: A medium-term follow-up. *J Clin Med*. 2022;11:5660.
- Sayyed-Hosseini SH, Shirazinia M, Arabi H, Aghaee MA, Vahedi E, Bagheri F. Does the postoperative quality of reduction, regardless of the surgical method used in treating a calcaneal fracture, influence patients' functional outcomes? *BMC Musculoskelet Disord*. 2023;24:562 <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06697-z>
- Csizy M, Buckley RE, Tough S, Leighton R, Smith J, McCormack R, et al. Displaced intra-articular calcaneal fractures: Variables predicting late subtalar fusion. *J Orthop Trauma*. 2003;17:106-12.
- Liu GT, Vanpelt MD, Lalli T, Raspovic KM, Wukich DK. Surgical management of displaced intra-articular calcaneal fractures: What matters most? *Clin Podiatr Med Surg*. 2019;36:173-84.
- Ågren PH, Wretenberg P, Sayed-Noor AS. Operative versus nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures. A prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95:1351-7.
- Bruce J, Sutherland A. Surgical versus conservative interventions for displaced intra-articular calcaneal fractures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;1. CD008628.
- Radnay CS, Clare MP, Sanders RW. Subtalar fusion after displaced intra-articular calcaneal fractures: Does initial open

- rative treatment matter? *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:541–6.
24. Bandyopadhyay A, Kumar S, Mandal P. Calcaneal fractures management, change of clinical practice in recent years from ELA to STA: A systematic review and meta-analysis. *Indian J Orthop.* 2023;57:800–17 <https://doi.org/10.1007/s43465-023-00871-0>
25. 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;31:293–8.
26. Busel G, Mir HR, Merimee S, Patel R, Atassi O, de la Fuente G, et al. Quality of reduction of displaced intra-articular calcaneal fractures using a sinus tarsi versus extensile lateral approach. *J Orthop Trauma.* 2021;35:285–8.
27. Joseph NM, Benedick A, McMellen C, Napora J, Wetzell R, Sontich J, et al. Acute fixation of displaced intra-articular calcaneus fractures is safe using the sinus tarsi approach. *J Orthop Trauma.* 2021;35:289–95.
28. Hu Y, Chen L, Qian Y, Wu J, Xu H. Emergency surgery of intra-articular calcaneal fractures using sinus tarsi approach with modified reduction technique. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023;24:523 <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06636-y>
29. Essex-Lopresti P. The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis. *Br J Surg.* 1952;39:395–419.
30. 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.* 1993;290:87–95.
31. Rubino R, Valderrabano V, Sutter PM, Regazzoni P. Prognostic value of four classifications of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int.* 2009;30:229–38.
32. Kellam JF, Meinberg EG, Agel J, Karam MD, Roberts CS. Introduction: Fracture and dislocation classification compendium-2018 International comprehensive classification of fractures and dislocations committee. *J Orthop Trauma.* 2018;32:1–10.
33. Zhan J, Hu C, Zhu N, et al. A modified tarsal sinus approach for intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2019;27, <http://dx.doi.org/10.1177/2309499019836165>, 2309499019836165.
34. Xie W, Cui X, Zhang C, Chen X, Rui Y, Chen H. Modified sinus tarsi approach with a variable-angle locking anterolateral plate for Sanders type II and III calcaneal fractures. *Foot Ankle Surg.* 2022;28:872–8, [10.1016/j.fas.2021.11.012](https://doi.org/10.1016/j.fas.2021.11.012).
35. Williams CE, Joo P, Oh I, Miller C, Kwon JY. Arthroscopically assisted internal fixation of foot and ankle fractures: A systematic review. *Foot Ankle Orthop.* 2021;6, <http://dx.doi.org/10.1177/2473011420950214>, 2473011420950214.
36. Park CH, Yoon DH. Role of subtalar arthroscopy in operative treatment of Sanders type 2 calcaneal fractures Using a sinus tarsi approach. *Foot Ankle Int.* 2018;39:443–9.
37. Ivanov S, Stefanov A, Zderic I, Rodemund C, Schepers T, Gehweiler D, et al. Percutaneous fixation of intraarticular joint-depression calcaneal fractures with different screw configurations-A biomechanical human cadaveric analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022;48:3305–15 <https://doi.org/10.1007/s00068-022-01901-6>
38. Monzó EG, Liew I, Tadikonda P, Cutts S, Pasapula C. Optimal posterior screw placement configuration in Sanders 2B calcaneal fractures: A biomechanical study. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol (Engl Ed).* 2023;67:144–52.
39. Weng QH, Dai GL, Tu QM, Liu Y, Lutchooman V, Hong JJ, et al. Comparison between percutaneous screw fixation and plate fixation via sinus tarsi approach for calcaneal fractures: An 8–10-year follow-up study. *Orthop Surg.* 2020;12:124–32.
40. Sato K, Yorimitsu M, Uehara T, Fukuoka S, Hata T, Saiga K, et al. Comparison of screw versus locking plate fixation via sinus tarsi approach for displaced intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Surg.* 2023;29:97–102.