

# Artrodesis tibiotalocalcánea usando un clavo distal de fémur (DFN) introducido de manera retrógrada

René Grass<sup>a</sup>

## Resumen

### Objetivo

Artrodesis simultánea de la articulación del tobillo y de la subastragalina y, al mismo tiempo, corrección del mal alineamiento axial del retropié. Tratamiento de los defectos óseos y de las secuelas de las lesiones circulatorias después de múltiples operaciones previas. Fijación interna con un clavo corto distal de fémur. Restablecimiento de una marcha libre de dolor.

### Indicaciones

Fracaso de la artrodesis del tobillo y de la articulación subastragalina que genera dolor en pacientes con una severa afectación de las estructuras óseas especialmente a nivel de la cúpula del astrágalo.

Mal alineamiento de retro y/o del antepié después de artrodesis previas del tobillo y de la subastragalina.

Fracaso del tratamiento conservador en las condiciones anteriormente indicadas.

### Contraindicaciones

Mal estado de la piel y de los tejidos blandos.

Distrofia simpático-refleja.

Osteítis aguda/osteomielitis.

### Técnica quirúrgica

Abordaje posterolateral. Resección de las superficies articulares y de las áreas de esclerosis del tobillo y de la faceta posterior de la articulación subastragalina.

Interposición de injerto óseo extraído de la cresta ilíaca.

Corrección de la mal alineación del retro y antepié.

Enclavado encerrojado con un clavo distal corto de fémur.

### Tratamiento postoperatorio

Utilización de una bota de artrodesis flexible a medida, carga parcial no mayor de 50% de peso corporal hasta la octava semana. Entrenamiento de la marcha. Después de 12 semanas uso de un calzado normal. Radiografías después de 6 y 12 semanas.

### Resultados

Entre 1 de febrero del 2002 y 1 de septiembre del 2003 se utilizó esta técnica en 18 pies de 17 pacientes (tres mujeres, 14 hombres, edad promedio de 53 años [38,9-73,7 años]). El objetivo de la cirugía se alcanzó en todos los pacientes. Valoración subjetiva: 14 veces bueno, tres veces satisfactorio. Cuatro complicaciones: una pérdida de agarre óseo, una migración del tornillo de bloqueo, una ruptura del tornillo y 1 retardo de consolidación.

### Palabras clave

Fracaso de artrodesis. Corrección de la artrodesis. Artrodesis tibiocalcánea. Pérdida ósea del astrágalo. Clavo femoral distal.

Operat Orthop Traumatol 2005;17:426-41

---

<sup>a</sup>Unfallchirurgische Klinik der TU Dresden.

## Notas preliminares

La artrodesis de tobillo, sigue siendo el método de elección para tratar la artrosis postraumática acompañada de mal alineación axial<sup>12,15,26</sup>, a pesar de existir otras técnicas alternativas como la osteotomía correctiva supramaleolar, la distracción con un fijador de Ilizarov o la artroplastia total de tobillo<sup>26</sup>. Independientemente de la técnica de fijación interna utilizada, se pueden obtener buenos resultados a corto y mediano plazo con una incidencia de fusión que superan el 90%<sup>8,11,15,22,25,27</sup>. Sin embargo, el resultado después de los 10 años<sup>3,7,23,28</sup>, todos presentan una alta incidencia de artrosis de la articulación subastragalina. Las causas de esta artrosis no han sido suficientemente investigadas. Es conocido que la artrodesis de tobillo sola limita el rango de movimiento de la subastragalina<sup>29</sup>. Otra posibilidad es la artrosis concomitante de la articulación subastragalina. Finalmente, el mal alineamiento del astrágalo (varo, valgo, equino, translación) que se produce después de la fusión del tobillo altera la distribución de la presión intrarticular en la subastragalina<sup>15</sup>. Estos factores pueden explicar la alta incidencia de artrosis en la subastragalina después de la artrodesis de tobillo<sup>3</sup>.

Por estas razones, parece lógico incluir en la revisión de la artrodesis la articulación subastragalina dolorosa, particularmente en caso de pérdida ósea en la cúpula astragalina o en la tibia distal, aporte sanguíneo inadecuado y en caso de esclerosis que disminuye las posibilidades de éxito de una revisión.

Se han descrito varios abordajes y varias técnicas quirúrgicas para la artrodesis tibiotarsal calcánea, tales como el abordaje posterolateral exclusivo<sup>16</sup>, resección del cartílago articular a través de dos abordajes separados<sup>15,16</sup>, fijación interna con un clavo cerrojado retrógrado<sup>10,12,18</sup> o anterógrado<sup>12</sup> o con una placa condilar<sup>2,24</sup>. En este artículo describimos la técnica de estabilización con un clavo distal de fémur (DFN) retrógrado, la cual por primera vez la utilizamos en Febrero del 2002.

Los prerequisites para un buen resultado son:

- Resección meticulosa de todas las superficies esclerosas del tobillo y de la articulación subastragalina.
- Corrección de los mal alineamientos del retropié en varo, valgo, traslación y equino.
- Posibilidad de obtener una posición del pie a 90°.
- Inserción apropiada del clavo en el eje de carga fisiológico.

## Principios quirúrgicos y objetivos

Resección del cartílago articular y de las áreas de esclerosis del tobillo y de la faceta posterior de la subastragalina a través de un abordaje posterolateral. Alternativamente, se puede usar un abordaje anterior del tobillo<sup>15</sup> y el abordaje de Ollier para la articulación subastragalina<sup>16</sup>. Corrección de la mal alineación

e interposición de injerto esponjoso autólogo. Fijación interna con un clavo distal de fémur introducido desde plantar y cerrojado en parte distal de la tibia. El objetivo es la restitución de una extremidad libre de dolor después de la consolidación de la artrodesis.

## Ventajas

- Carga fisiológica de la tibia, astrágalo y calcáneo.
- El implante mantiene la corrección del retropié y del antepié.
- Fijación interna estable que puede ser dinamizada.
- Cuidado postoperatorio temprano en una bota de artrodesis flexible.
- Rápido alivio del dolor.
- Extracción del implante no es necesaria, y cuando está indicado no es problemática.

## Inconvenientes

- Procedimiento de complejidad técnica.
- Pérdida del desplazamiento fisiológico lateral del calcáneo en relación con el astrágalo y por lo tanto una leve varización del eje de carga.

## Indicaciones

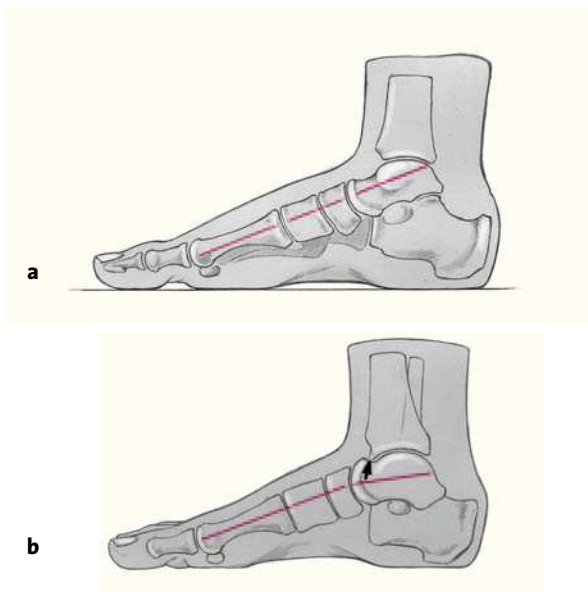
- Fracaso de la artrodesis del tobillo o de la articulación subastragalina que causen dolor en pacientes con alteración severa de las estructuras óseas particularmente a nivel de la cúpula del astrágalo.
- Mal alineamiento de retro y/o del antepié después de artrodesis previas de tobillo o subastragalina.
- Fracaso de tratamientos conservadores en ambas condiciones antes mencionadas.

## Contraindicaciones

- Malas condiciones de la piel y de los tejidos blandos en el área quirúrgica.
- Osteítis/osteomielitis aguda.
- Distrofia simpático-refleja.

### Información para el paciente

- Riesgos quirúrgicos usuales tales como tromboflebitis, embolismo, alteración de la herida quirúrgica, infección.
- Lesión de los nervios y/o arterias en el área quirúrgica con sus déficit correspondientes.
- Lesión de vasos mayores del pie.
- Posibilidad de lesión de músculos y tendones.
- Pérdida de anclaje del calvo en el calcáneo con la necesidad de realizar una revisión.
- Posibilidad de necesitar una dinamización de la fijación interna a través de la extracción de un tornillo de bloqueo en caso de retardo de consolidación.
- Después de la cicatrización de la herida carga parcial (50% del peso corporal) en una bota de artrodesis. Carga completa después de las 10-12 semanas.
- Aunque raramente necesario, posible extracción del implante después de los 12 meses.
- Pérdida completa de la movilidad del tobillo y de la articulación subastragalina.
- Riesgo de persistencia de los síntomas.
- Posibilidad de ruptura del clavo, tornillos o cerrojos.
- Pequeño acortamiento de la extremidad operada.
- Acoplamiento de zapato normal.



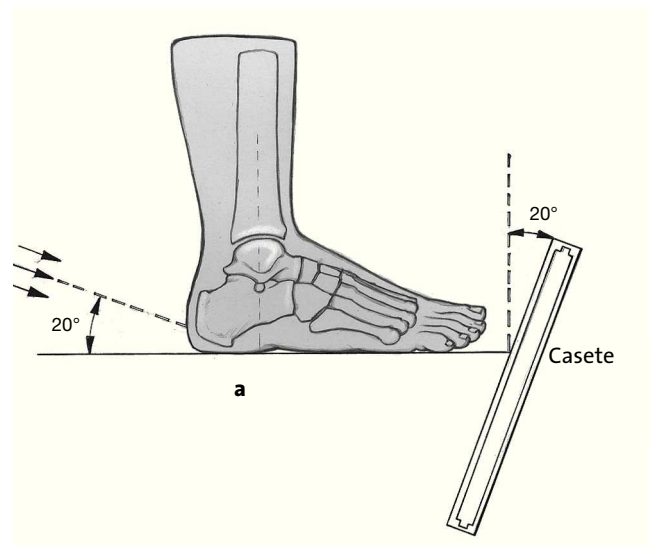
**Figuras 1a y b**

a) Proyección lateral en carga del pie con una buena alineación talometatarsal (línea roja recta e ininterrumpida).  
b) Proyección lateral en carga del pie. Notar la alineación patológica talometatarsal (línea roja angulada a nivel de la articulación astragaloescapóidea) así como el pinzamiento en el borde entre el borde anterior de la tibia y el cuello del astrágalo.

- Zapatos con tacones altos no podrán ser usados nunca más.

### Planificación preoperatoria

- Radiografías en carga de ambos pies en dos planos y de ambos tobillos en 20° de rotación interna para la evaluación del alineamiento talometatarsal (figs. 1a y b) y para la determinación de la posición del astrágalo en la articulación astragaloescapóidea y en el tobillo. Adicionalmente las radiografías permiten una valoración de la pérdida ósea en la cúpula del astrágalo y en la tibia.
- Radiografías anteroposteriores (AP) y laterales largas de la extremidad para la valoración de los ejes longitudinales de la tibia-astrágalo-calcáneo (figs. 2a y b).



**Figuras 2a y b**

Radiografía larga de la pierna y del pie de acuerdo con Saltzman para la valoración del eje del retropie en relación al eje de la tibia. El esquema (a) demuestra la orientación del casete así como la dirección del rayo. Radiografía correspondiente (b) con un eje varo del retropie.

### Figura 3

Técnica radiográfica de acuerdo con Brodén (radiografía AP del pie, realizada con incrementos de  $10^\circ$  de rotación interna desde  $10^\circ$  a  $40^\circ$ ) para la valoración de la articulación subastragalina).

- Proyecciones AP del pie a  $20^\circ$  de rotación interna de acuerdo con Brodén para la evaluación de la articulación subastragalina (fig. 3).

- Si existe dificultad en la interpretación de las radiografías, se recomienda TAC de ambos pies con cortes coronales y sagitales.

- Cuidado de las uñas y limpieza de los pies.
- Rasurado hasta la rodilla en pacientes con abundante pelo.

Prevención de tromboflebitis con heparina de bajo peso molecular: 0,3 mg/día de Fraxiparina s.c. comenzando en el día de la cirugía. Si esta está contraindicada, administrar heparina no fraccionada (Liquemin) 2 x 5.000 UI/día s.c. (< 75 kg de peso corporal) o 3 x 5.000 UI/día s.c. (> 75 kg de peso corporal).

### Instrumental quirúrgico e implantes

- Clavo de fémur distal, longitud de 160 mm, con un diámetro de 9-13 mm y sus instrumentos necesarios (Synthes).

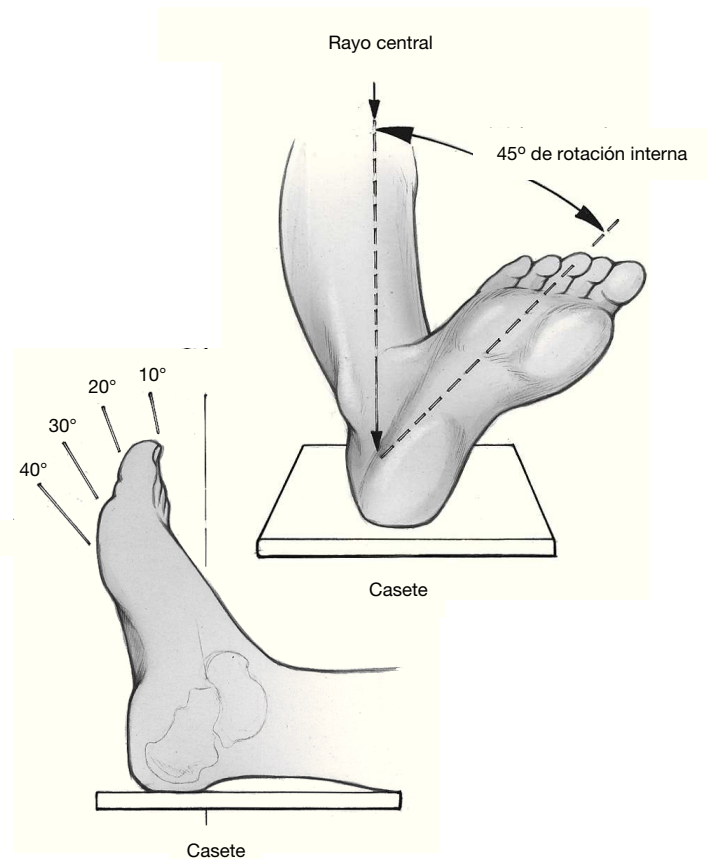
- Escoplo, gubias, curetas, fresas de diamantes enfriables con solución salina.

- Distractor de artrodesis.

- Instrumental para extraer injerto esponjoso de cresta ilíaca.

- Drenaje de succión.

- Casete de radiografía con envoltura estéril para proyecciones lateral del pie y AP del tobillo incluyendo la tibia distal.



- Intensificador de imágenes.

- Rotulador estéril.

### Anestesia y colocación

- Anestesia endotraqueal

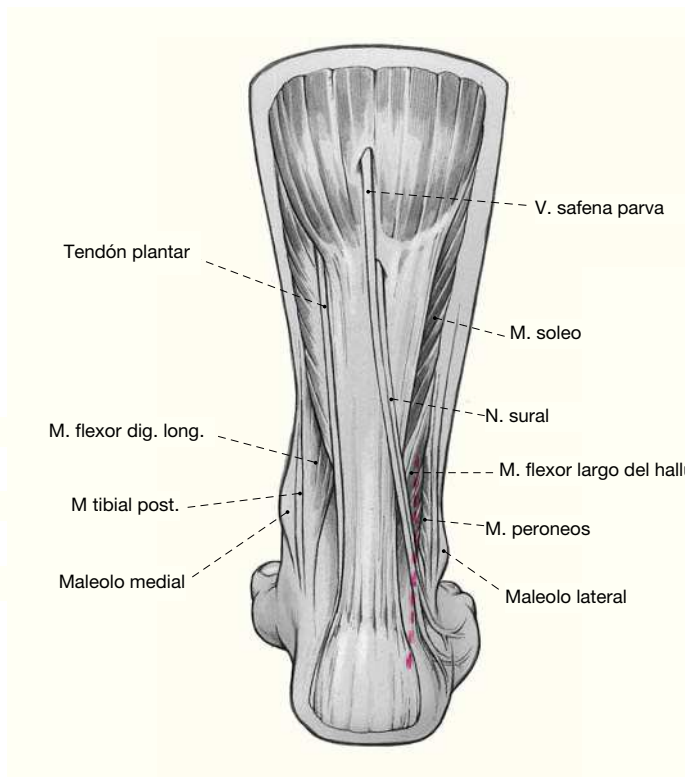
- Decúbito prono

- Vendaje estéril del pie y pierna

- Torniquete en el muslo

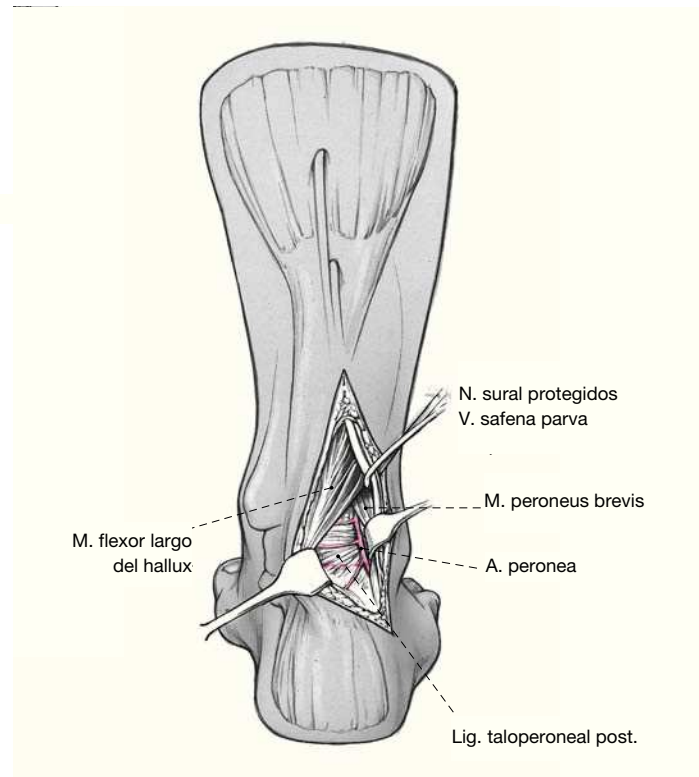
## Técnica quirúrgica

Figuras 4 a 17



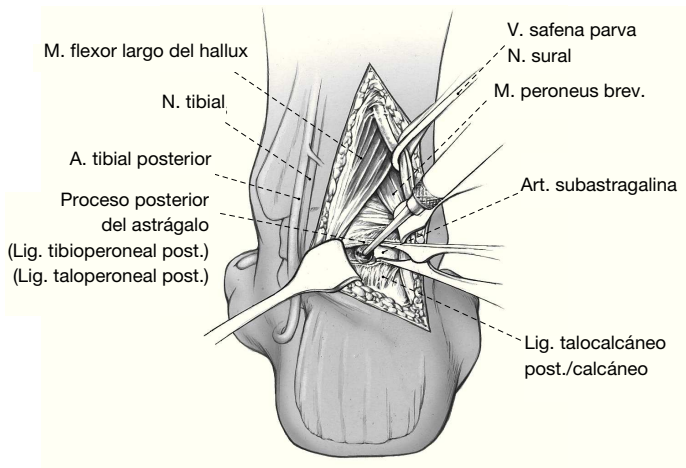
**Figura 4**

Incisión longitudinal posterolateral entre el borde posterior del peroné y el borde lateral del tendón de Aquiles. Durante la disección del tejido subcutáneo, se debe prestar atención a la vena safena pequeña, al nervio sural y al nervio cutáneo posterolateral. La vena y nervio son individualizados con un lazo plástico. Incisión de la fascia crural del vientre muscular del flexor largo de los dedos.



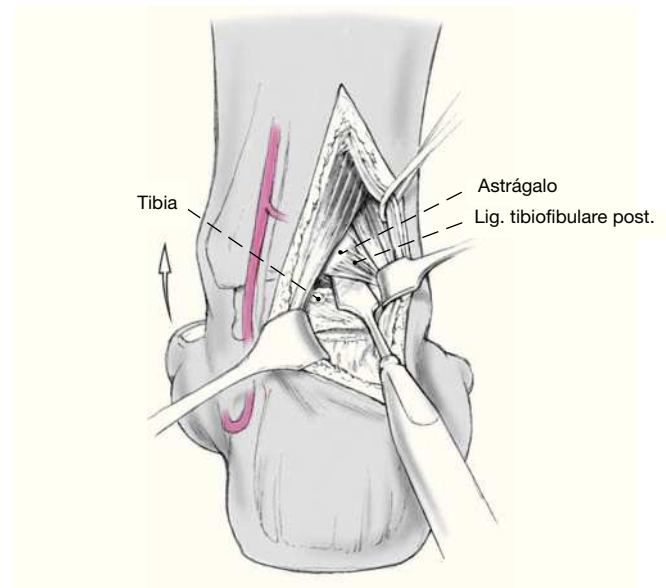
**Figura 5**

Abordaje a la articulación subastragalina entre el flexor largo de los dedos y los tendones peroneos. Los tendones peroneos son retraídos lateralmente. La arteria peroneal situada más proximal es protegida y retraída medialmente.



**Figura 6**

Localización y apertura de la articulación subastragalina entre el proceso posterior del astrágalo y la faceta posterior del calcáneo. Una vez que la articulación ha sido adecuadamente expuesta y abierta con un distractor de artrodesis, el cartílago de la superficie articular de la faceta posterior del calcáneo debe ser extraída con escoplos, cuters y/o fresas de diamantes. El nervio y la arteria tibial situados posteromedialmente, deben ser protegidos de una posible lesión.

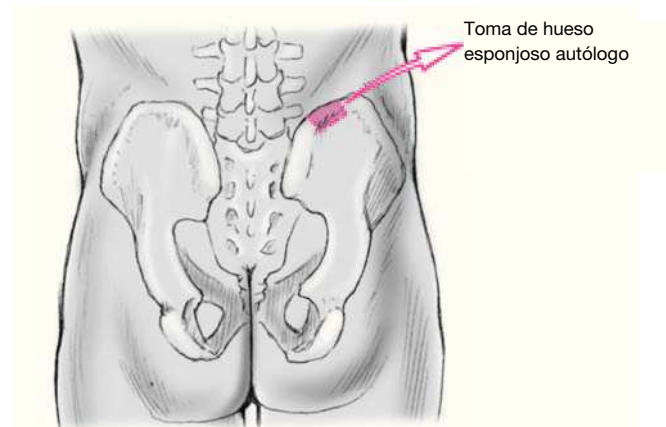


**Figura 7**

Exposición y resección del cartílago del tobillo: la inserción tibial del ligamento tibioperoneal es despegada con un escoplo. Se reseca todo hueso esclerótico de la tibia y del astrágalo. El pie es sometido a dorsiflexión forzada para exponer mejor la cúpula astragalina. El uso de un distractor de artrodesis puede ser útil para la resección. Se establece clínicamente el alineamiento entre el eje del retropié y el de la tibia. Si el eje del retropié no es posible determinarlo, se deben realizar radiografías en AP y perfil. La proyección en AP se debe hacer con una inclinación del rayo a 45°.

**Figura 8**

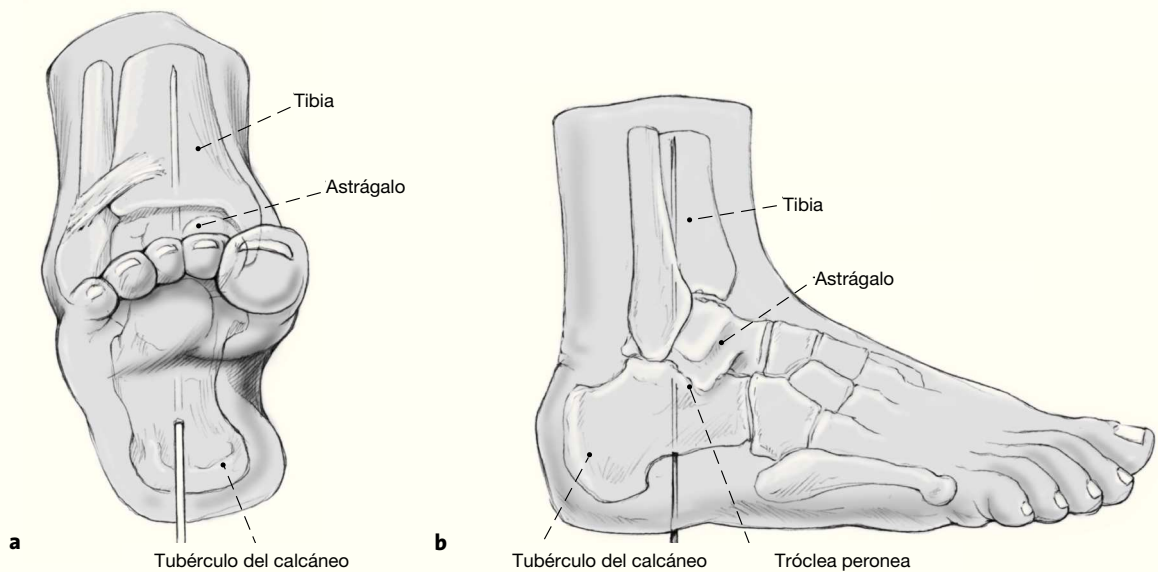
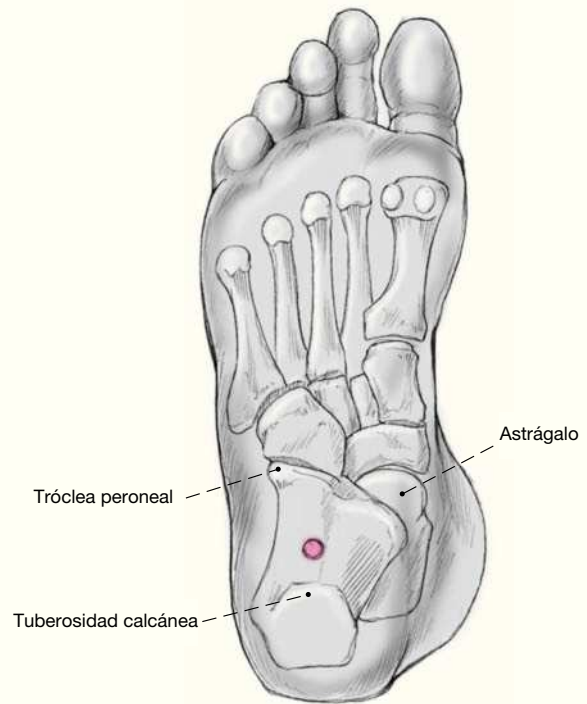
Tomar hueso esponjoso autólogo de la cresta ilíaca posterior para colocarlo entre las superficies reseçadas del tobillo y de la articulación subastragalina. Colocación del drenaje y cierre de la herida quirúrgica.





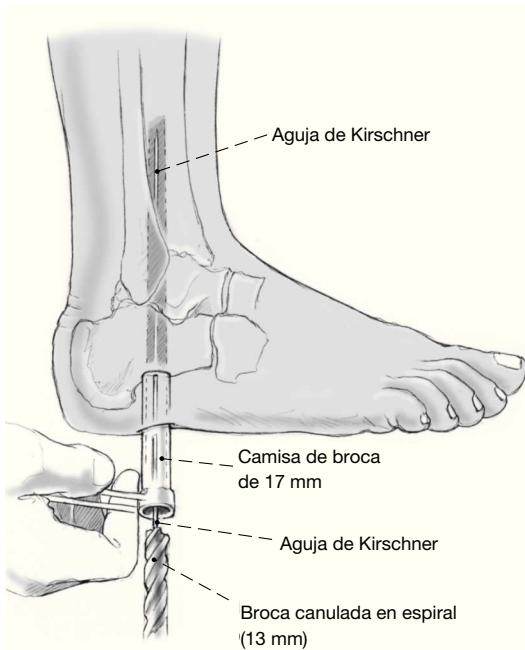
**Figura 9**

El punto de entrada del clavo en el calcáneo se lo establece con el intensificador de imágenes. En la proyección en AP este punto debe estar ubicado en la mitad de una línea que va de la tuberosidad calcánea al borde posterior de la tróclea peroneal del calcáneo. Este punto de entrada se marca con un rotulador en la planta del pie.



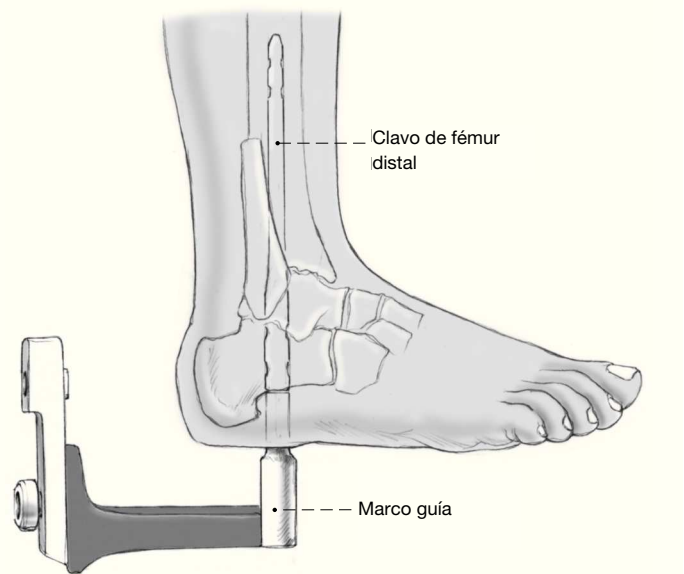
**Figuras 10a y b**

Después de la incisión cutánea en la planta del pie, se separa el tejido blando en dirección al calcáneo. Bajo control en AP (a) y en lateral (b) con el intensificador de imágenes, se introduce una aguja de Kirschner de 3,2 mm a través del calcáneo hacia la parte central de la cúpula astragalina y en la tibia en línea con su eje longitudinal.



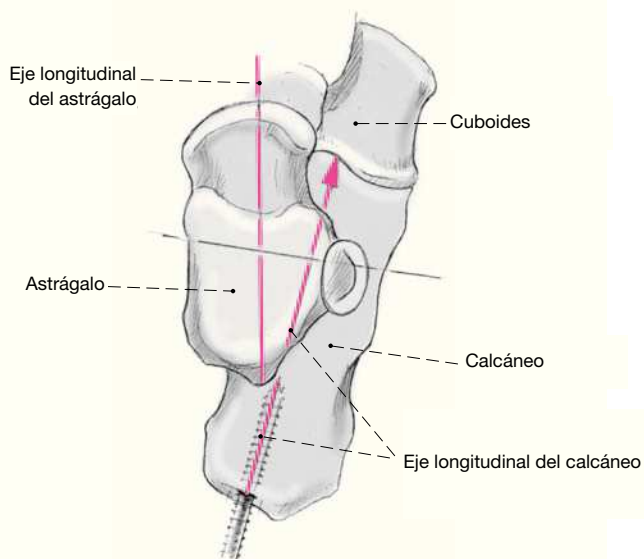
**Figura 11**

Se introduce en la herida quirúrgica una camisa de broca de 17 mm. Brocar el calcáneo, en una profundidad de 4 cm, con una broca en espiral de 13 mm introducida a través de una aguja de Kirschner. Continuar el brocado hacia la tibia con brocas del diámetro correspondientes al clavo que se ha seleccionado.



**Figura 12**

Retirar aguja de Kirschner e insertar el clavo distal de fémur montado en un marco, al cual esta fijado por un tornillo de bloqueo. El borde final del clavo debe estar en línea con el borde plantar del calcáneo. Durante el bloqueo subsiguiente el eje del marco debe estar una posición que permita que el tornillo o la hoja en espiral correspondiente coincidan con el eje longitudinal del calcáneo.



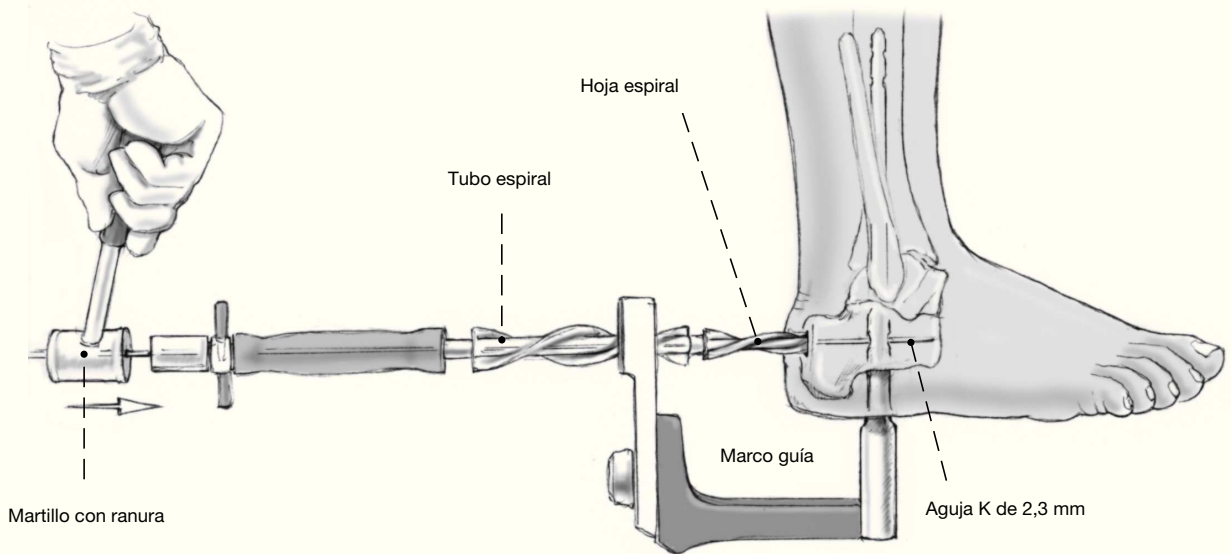
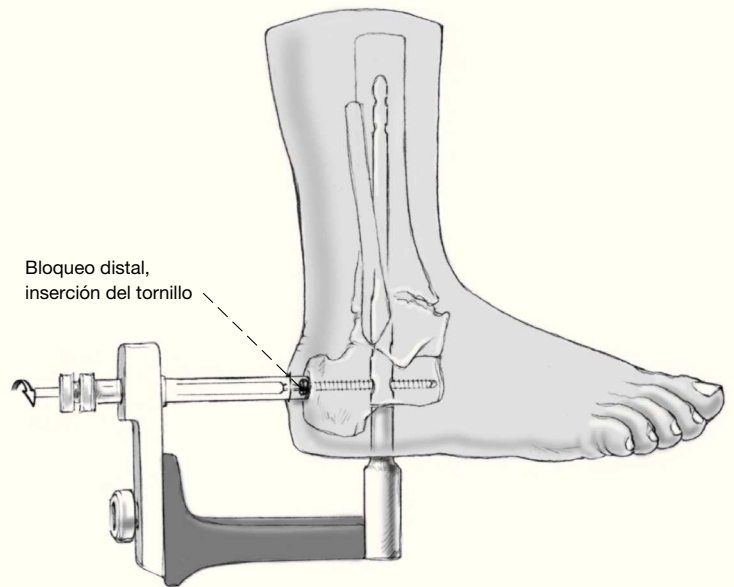
**Figura 13**

El eje longitudinal del calcáneo no sigue una dirección anteroposterior exacta, sino más bien una dirección moderadamente oblicua hacia el cuboides.



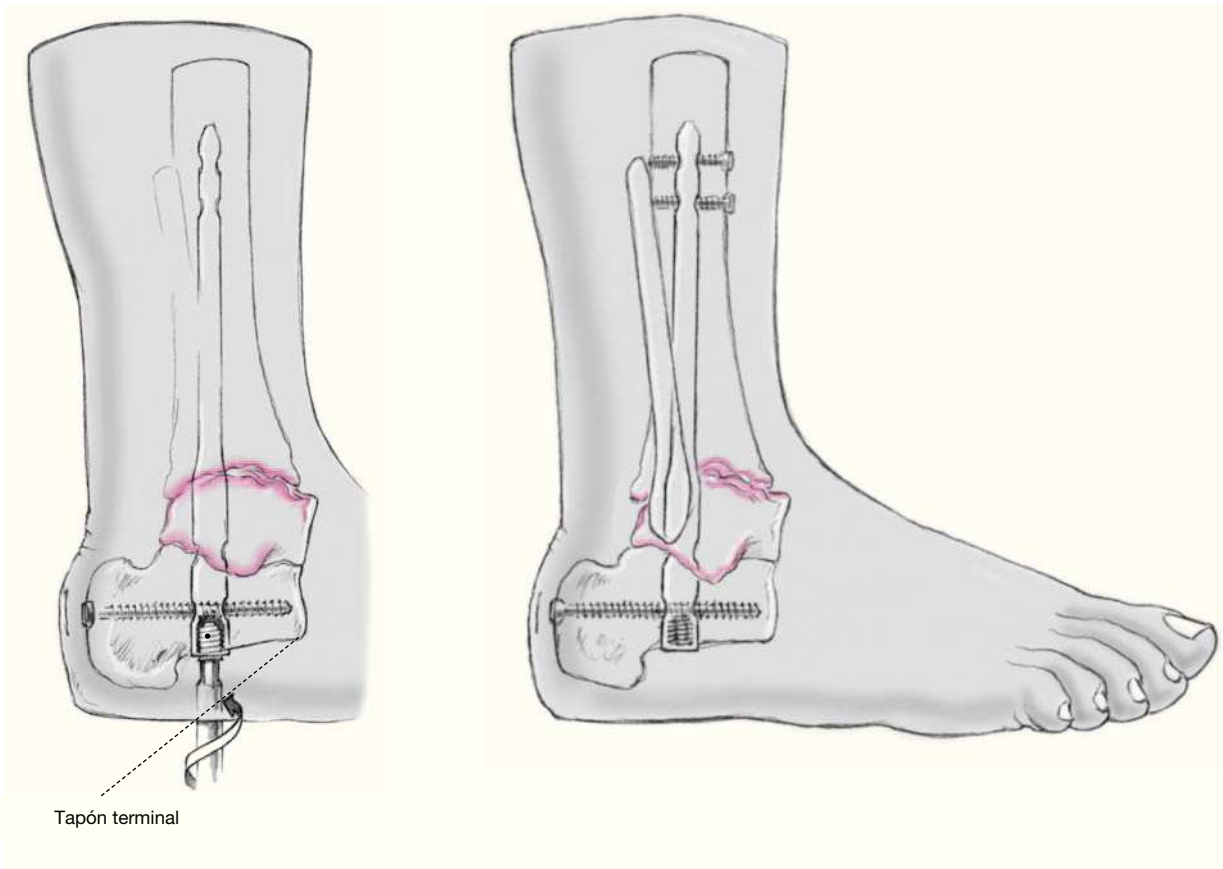
**Figura 14**

El diámetro del orificio más distal del clavo debe corresponder al diámetro de tornillo seleccionado. Después de la incisión de la piel, se introduce la guía de broca la cual debe contactar con el calcáneo. Hacer el orificio con una broca de 4,9 mm. La escala de medición de la broca ayuda a determinar la longitud del clavo. Retirar la broca e introducir un tornillo de 6,0 mm.



**Figura 15**

Si se usa la hoja en espiral en lugar del tornillo de bloqueo (como en caso de osteoporosis), utilizamos el marco de guía correspondiente. Introducir una aguja de Kirschner de 2,3 mm en el calcáneo a través de una guía. La longitud de la hoja en espiral se puede leer en la graduación de la aguja. La cortical posterior del calcáneo se la perfora con una braca espiral rígida de 13 mm. La hoja en espiral, montada en un tubo en espiral, se la introduce en el calcáneo a golpes de martillo. La profundidad adecuada se ha alcanzado cuando el borde posterior de la hoja en espiral es en línea con la cortical posterior del calcáneo. Después de colocar el bloqueo distal, las superficies resacas del tobillo y de la subastragalina son impactadas con golpes de martillo sobre el marco guía.



**Figura 16**

Retirada del tornillo de bloqueo del marco guía. Introducir un tapón a través del marco guía, atornillarlo en el extremo distal del clavo y apretarlo. Este asegura una estabilidad angular del tornillo o de la hoja en espiral previniendo así su aflojamiento.

**Figura 17**

Bloqueo proximal con 2 tornillos de 4,9 mm usando una guía angular radiolúcida usando la técnica de manos libres. Desinflar torniquete. Hemostasia meticulosa y colocación de drenaje. Aplicar vendaje compresivo temporal. Radiografía lateral del pie y anteroposterior del tobillo y de la parte distal de la tibia. Si es necesario, se puede hacer una radiografía AP larga con el tubo angulado a 45°. Sutura interrumpida del subcutáneo con un hilo reabsorbible del 4/0. Sutura de la piel con hilo no reabsorbible del 4/0. Realizar un vendaje compresivo con algodón estéril.

### Tratamiento postoperatorio

- Elevación de la extremidad. Controlar la circulación, sensibilidad y movilidad de la extremidad. Primer cambio de vendaje en el día 1 y retirada del drenaje en el día 2. Iniciar ejercicios isométricos de la musculatura de la pierna y del pie en el día 2. Se permite salir de la cama con 2 muletas. Carga parcial del 50% después de haber disminuido el dolor del área quirúrgica.

- Si el curso postoperatorio es sin incidencias, se puede usar la llamada bota flexible de artrodesis (fig. 18) entre el día 7 y 10. Retirada de los puntos en el día 10.

- Movilidad pasiva suave de las articulaciones del tarso, mediotarsianas y de los dedos a partir de los 2-4 días < continuar con ejercicios isométricos. Añadir ejercicios activos.

- Alta hospitalaria entre el 8º y 10º días del postoperatorio. Carga total en un zapato normal con plantilla blanda después de las 10-12 semanas.

- Radiografías de control a las 6 y 12 semanas.

### Errores, riesgos y complicaciones

- Si la incisión de la piel es muy lateral, existen riesgos de lesionar el nervio sural: intentar una sutura microquirúrgica.

- Hematoma: un hematoma grande se debe aspirar o evacuar quirúrgicamente.

- Infección ósea o de partes blandas: desbridamiento radical, muestras para cultivos y antibiogramas, antibiótico terapia específica. En presencia de osteomielitis: cambiar a un fijador externo.

- Retardo de consolidación: dinamización del clavo retirando los dos tornillos de bloqueo proximal.

- Corrección axial inadecuada del pie: persistencia del mal alineamiento del retropié, riesgo de pérdida del agarre de los dedos.

- Osteoporosis, paciente no confiable: tratamiento postoperatorio con una botina corta de yeso hasta la consolidación ósea.

### Resultados

Entre el 1 de febrero del 2002 y el 1 de septiembre del 2003 nosotros realizamos 18 artrodesis tibioastragalocalcáneas en 17 pacientes (3 mujeres, 14 hombres, edad promedio de 53,6 años [38,9-73,7 años]). Promedio de seguimiento: 1,2 años (0,6-2,1 años). Todos los pacientes menos uno tuvieron un promedio de intentos de artrodesis previo

de 3,4 (0-7). En todos los pacientes se observó una considerable pérdida ósea y/o necrosis parcial del astrágalo.

En 4 de los 18 pies que presentaron mal alineamiento severo del pie (pie equino en tres ocasiones, pie equino varo en una), se realizó, en el mismo tiempo quirúrgico, una osteotomía tibial en cuña de cierre.

En todos los pacientes se consiguió el objetivo de la fusión ósea (figs. 19, 20a y b).

En el postoperatorio tres de los 18 pies presentaron mal alineación del retropié (dos en varo, uno en recurvatum).

Todos los pacientes refirieron una marcada mejoría de los síntomas. Ellos calificaron sus resultados de la siguiente manera: 13 pies con buenos resultados y 3 satisfactorios.

Se observaron complicaciones en 4 pacientes: una ruptura y pérdida del agarre óseo del clavo en la pared medial del calcáneo. En este caso el calcáneo estuvo mal posicionado debajo del astrágalo. Después de la retirada del clavo e inmovilización con un yeso plástico la artrodesis consolidó.

En otro paciente con un pie de Charcot el tornillo de bloque migró al cuboides. Nosotros asumimos que el tornillo de bloqueo distal no estaba suficientemente apretado. Se cambió el tornillo por una hoja espiral y se consiguió la fusión.

Un tercer paciente con una neuropatía diabética severa había tenido tres intentos de artrodesis panastragalina.



**Figura 18**  
Bota flexible de artrodesis (Adidas Co.).



**Figura 19**  
Revisión de una artrodesis fallida con tres tornillos en una artrosis de tobillo, subastragalina de un paciente de 65 años.

**Figura 20a y b**  
El mismo enfermo 14 meses tras la revisión y estabilización con un clavo distal femoral retrógrado. Rx AP según Saltzman.



Por ruptura del tornillo de bloqueo distal, este fue retirado y cambiado por una hoja espiral. En el mismo momento se revisó el tobillo, se resecó cartílago y áreas escleróticas remanentes, y se agregó injerto óseo esponjoso autólogo. Con esto se pudo conseguir la fusión.

El cuarto paciente había presentado una fractura-luxación del astrágalo con grave alteración del aporte sanguíneo. La artrodesis consolidó solo después de la dinamiza-

ción del clavo, revisión y aporte de hueso esponjoso autólogo.

## Bibliografía

1. Abidi NA, Gruen GS, Conti SF. Ankle arthrodesis: indications and techniques. J Am Acad Orthop Surg 2000;8:200-9.
2. Alvarez RG, Barbour TM, Perkins TD. Tibiocalcaneal arthrodesis for nonbraceable neuropathic ankle deformity. Foot Ankle Int 1994;15:354-9.

3. Buchner M, Sabo D. Ankle fusion attributable to posttraumatic arthrosis: a long-term followup of 48 patients. *Clin Orthop* 2003; 406:155-64.
4. Cheng YM, Chen SK, Chen JC, et al. Revision of ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int* 2003;24:321-5.
5. Chiodo CP, Acevedo JI, Sammarco VJ, et al. Intramedullary rod fixation compared with blade-plate- and screw fixation for tibiototalcalcaneal arthrodesis: a biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:2425-8.
6. Chou LB, Mann RA, Yaczay B, et al. Tibiocalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int* 2000;21:804-8.
7. Coester LM, Saltzman CL, Leupold J, et al. Long-term results following ankle arthrodesis for post-traumatic arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83:219-28.
8. Colgrove RC, Bruffey JD. Ankle arthrodesis: combined internal-external fixation. *Foot Ankle Int* 2001;22:92-7.
9. Cooper PS. Complications of ankle and tibiocalcaneal arthrodesis. *Clin Orthop* 2001;391:33-44.
10. De Smet K, De Brauwier V, Burssens P, et al. Tibiocalcaneal Marchetti-Vicenzi nailing in revision arthrodesis for posttraumatic pseudarthrosis of the ankle. *Acta Orthop Belg* 2000; 69:42-8.
11. Fu YC, Huang PJ, Tien YC, et al. Ankle arthrodesis: internal non-compression arthrodesis versus internal compression arthrodesis. *Kaoh-sing J Med Sci (China)* 1999;15:550-5.
12. Goebel M, Muckley T, Gerdesmeyer L, et al. Die kombinierte Kompressionsmarknagelarthrodese von OSG und USF. *Unfallchirurg* 2003;106:633-41.
13. Grass R, Biewener A, Endres T, et al. Die retrograde Verriegelungsnagel-osteosynthese distaler Femurfrakturen mit dem Distalen Femur-Nagel DFN. *Unfallchirurg* 2002;105:298-303.
14. Grass R, Biewener A, Rammelt S, et al. Arthrodesis of the ankle joint. *CI Pod Med Surg* 2004;21:161-78.
15. Grass R, Zwipp H. Die Arthrodesis des oberen Sprunggelenkes in der Vier-Schrauben-Technik. *Operat Orthop Traumatol* 1998;10:134-42.
16. Grass R, Zwipp H. Die subtalare Korrekturarthrodese nach fehlerhaft verheilten Fersenbeinfraktur. *Operat Orthop Traumatol* 2000;12:316-27.
17. Ito K, Hungerbühler R, Wahl D, et al. Improved intramedullary nail interlocking in osteoporotic bone. *J Orthop Trauma* 2001;15:192-6.
18. Mader K, Pennig D, Gauspohl T, et al. Calcaneotalotibial arthrodesis with a retrograde posterior-to-anterior locked nail as a salvage procedure for severe ankle pathology. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:Suppl 4:123-8.
19. Mann MR, Parks BG, Pak SS, et al. Tibiototalcalcaneal arthrodesis: a bio-mechanical analysis of the rotational stability of the Biomet Ankle Arthrodesis Nail. *Foot Ankle Int* 2001;22:731-3.
20. Midis N, Conti SF. Revision ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int* 2002; 23:243-7.
21. Miller RA, Firoozbakhsh K, Veitch AJ. A biomechanical evaluation of internal fixation for ankle arthrodesis comparing two methods of joint surface preparation. *Orthopedics* 2000;23:457-60.
22. Muckley T, Schutz T, Srivastava S, et al. Die Technik der tibiototalaren Arthrodesis mit Kompressionsnagel. *Unfallchirurg* 2003; 106:732-40.
23. Muir DC, Amendola A, Saltzman CL. Longterm outcome of ankle arthrodesis. *Foot Ankle Clin* 2002;7:703-8.
24. Myerson MS, Alvarez RG, Lam PW. Tibiocalcaneal arthrodesis for the management of severe ankle and hindfoot deformities. *Foot Ankle Int* 2000;21:643-50.
25. Nasson S, Shuff C, Palmer D, et al. Biomechanical comparison of ankle arthrodesis techniques: crossed screws vs. blade plate. *Foot Ankle Int* 2001;22:575-80.
26. Rockett MS, Ng A, Guimet M. Posttraumatic ankle arthrodesis. *Clin Podiatr Med Surg* 2001;18:515-35.
27. Rowan R, Davea KJ. Ankle arthrodesis using an anterior AO T plate. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:113-6.
28. Troillier H, Hansel L, Schaff P, et al. Long-term results after ankle arthrodesis: clinical, radiological, gait analytical aspects. *Foot Ankle Int* 2002;23:1081-90.
29. Wu WL, Su FC, Chen YM, et al. Gait analysis after ankle arthrodesis. *Gait Posture* 2000;11:54-61.

## Correspondencia

Dr. René Grass  
 Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
 Universitätsklinikum Carl-Gustav-Carus  
 der Technischen Universität Dresden  
 Fetscherstraße 74  
 01307 Dresden  
 Tel.: (+49/351) 458-4930; Fax -802-3334  
 Correo electrónico: Rene.Grass@uniklinikum-dresden.de