

ORIGINAL

Artrodesis tibioastragalocalcánea con clavo intramedular retrógrado

P. Sánchez Gómez*, J.E. Salinas Gilabert, F. Lajara Marco y J.A. Lozano Requena

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Vega Baja, Orihuela, Alicante, España

Recibido el 19 de agosto de 2008; aceptado el 29 de marzo de 2009

Disponible en Internet el 5 de diciembre de 2009

PALABRAS CLAVE

Artrodesis
tibioastraga-
localcánea;
Clavo;
Retrógrado

Resumen

Introducción: El objetivo es valorar los resultados de los pacientes intervenidos de artrodesis tibioastragalocalcánea con clavo intramedular retrógrado.

Material y métodos: Se presentan 8 pacientes con una edad media de 60 años con afectación de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina con alteración importante de la marcha y dolor intenso, secundarias a artrosis primaria o posttraumáticas, seudoartrosis de una artrodesis previa o deformidad grave secundaria a accidente cerebrovascular. Se trató a los pacientes mediante artrodesis tibioastragalocalcánea con clavo intramedular retrógrado, con valoración de los resultados funcionales antes y después de la cirugía, según los criterios de la AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society).

Resultados: El seguimiento medio fue de 32 meses (rango: 7 a 61), y los resultados fueron muy satisfactorios, con una puntuación media de 88,6 puntos.

El tiempo medio de consolidación fue de 18,3 semanas. Las complicaciones más frecuentes fueron una leve necrosis cutánea de los bordes de la herida, una úlcera plantar resuelta con tratamiento conservador y una discrepancia de longitud de 2 cm.

Conclusión: La artrodesis tibiotalocalcánea con clavo retrógrado puede ser una técnica excelente en pacientes con afectación grave de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina que no respondan al tratamiento conservador y como cirugía de rescate en aquellas técnicas de artrodesis que hayan fracasado previamente.

© 2008 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Tibiotalocalcaneal
arthrodesis;
Nail;
Retrograde

Tibiotalocalcaneal arthrodesis with a retrograde intramedullary nail

Abstract

Introduction: The purpose of this study is to assess the results of patients subjected to a tibiotalocalcaneal arthrodesis with a retrograde intramedullary nail.

Materials and methods: We studied 8 patients of a mean age of 60 years that showed involvement of the tibiotalar and subtalar joints with significant gait alterations and acute

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: placidosanchezgomez@yahoo.es (P. Sánchez Gómez).

pain, secondary to either primary or post-traumatic arthritis or pseudoarthrosis of a previous arthrodesis. There was also one case of a severe deformity secondary to acute stroke. Patients were treated by means of tibiotalocalcaneal arthrodesis with a retrograde intramedullary nail. The AOFAS scale was used to assess functional results before and after surgery.

Results: Mean follow-up was 32 months (range: 7–61). Overall results were highly satisfactory, with a mean score of 88.6 points.

Healing occurred after a mean 18.3 weeks. The most frequent complications were an instance of mild skin necrosis at the edges of the wound, a plantar ulcer that resolved with conservative treatment and a leg length discrepancy of 2 cm.

Conclusion: Tibiotalocalcaneal arthrodesis with a retrograde nail can be an excellent technique for patients with severe involvement of the tibiotalar and subtalar joints who are unresponsive to conservative treatment. It can also be used as salvage surgery in previously failed arthrodesis procedures.

© 2008 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Las lesiones de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina pueden ser secundarias a procesos artrósicos primarios (poco frecuente) o secundarios a fracturas de pilón tibial, tobillo y astrágalo, a procesos reumáticos (artritis reumática, hemofílica, etc.), a necrosis del astrágalo, a fracasos de artroplastias y artrodesis tibiotalares, a enfermedad tumoral o artropatía neuropática (diabetes mellitus, mielomeningocele, siringomielia, etc.)^{1–4}. Clínicamente se manifiestan por deformidades del complejo tibioastragalocalcáneo, dolor intenso a la marcha e incluso en reposo, limitación en la deambulación y dolores secundarios en las extremidades inferiores y en columna vertebral por un mal apoyo^{3,4}. Los tratamientos propuestos son variados, desde analgésicos y antiinflamatorios, reposo y ortesis hasta tratamientos quirúrgicos cuando las medidas anteriores fracasen.

Las artrodesis en el pie deben entenderse desde un concepto funcional y no anatómico, como intervenciones para normalizar el apoyo y suprimir el dolor⁵.

El tratamiento quirúrgico mediante artrodesis tibioastragalocalcánea fue inicialmente referenciado por Russotti et al en 1988³, con el objetivo de mejorar el dolor, facilitar un apoyo plantigrado y dotar de independencia funcional al paciente. Desde entonces, ha aparecido en la bibliografía gran cantidad de artículos que muestran buenos resultados con esta técnica, y la convierten en una de las más usadas para el tratamiento de este difícil grupo de pacientes. Los materiales de fijación empleados han sido variados, desde tornillos de grandes fragmentos hasta placas, fijadores externos y clavos intramedulares⁵.

La técnica de artrodesis tibioastragalocalcánea mediante el uso de un clavo intramedular retrógrado fue descrita por primera vez por Adams⁶ en un caso de seudoartrosis tras un intento fallido de artrodesis de tobillo. Otros autores adoptaron rápidamente este método^{1,7–11} e incluso hay casos documentados en la literatura médica de artrodesis anterógradas, aunque con peores resultados¹².

El propósito de este trabajo es valorar los resultados de los pacientes con afectación de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina después de que se los interviniere

Tabla 1 Casos intervenidos de artrodesis tibioastragalocalcánea con clavo intramedular retrógrado

Caso	Sexo	Edad FX	Seguimiento, meses	Lado	Diagnóstico inicial	Complicaciones	Puntuación inicial según la escala de la AOFAS	Puntuación final según la escala de la AOFAS
1	V	59	52	Izquierdo	Artrosis postraumática	Discrepancia de longitud	20	100
2	V	59	30	Derecho	Fracaso de artrodesis		20	97
3	M	65	61	Derecho	Artrosis postraumática	Protrusión clavo	12	82
4	M	71	53	Izquierdo	Artrosis primaria		31	84
5	V	69	24	Izquierdo	Fracaso de artrodesis		20	94
6	M	62	7	Izquierdo	Artrosis primaria		38	97
7	M	62	9	Derecho	Artrosis primaria		8	88
8	V	32	16	Izquierdo	Pie neuropático	Necrosis herida	20	62

AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society; M: mujer; V: varón.



Figura 1 Clavo intramedular retrógrado para artrodesis tibioastragalocalcánea de Biomet®.

mediante artrodesis tibioastragalocalcánea con clavo intramedular retrógrado.

Material y métodos

Entre el 2003 y el 2007 se intervino a 8 pacientes de artrodesis tibioastragalocalcánea por lesión de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina, 4 mujeres y 4 varones con una edad media de 60 años (rango: 32 a 71), que afectaba en 5 casos al lado izquierdo (62,5%) y en 3 casos al lado derecho (37,5%). Las indicaciones quirúrgicas fueron osteartrosis primaria avanzada de ambas articulaciones con deformidad en varo del retropié en 3 casos (37,5%), artrosis postraumática en 2 casos (25%), fracaso de una artrodesis primaria de tobillo en 2 casos (25%) y un caso (12%) debido a un pie cavo varo neuropático resultado de un accidente cerebrovascular, que le dejó como secuela una hemiplegia espástica (**tabla 1**).

De los 3 pacientes intervenidos por osteoartrosis primaria, uno presentaba una artrodesis de tobillo y triple artrodesis contralateral con tornillos por la misma causa.

De los 2 pacientes intervenidos por artrosis secundaria, uno tenía secuela de una fractura bimaleolar de tobillo de hacía 30 años y el otro una seudoartrosis de una fractura de pilón tibial y peroné tratadas ortopédicamente en una paciente con una amputación infratuberositaria contralateral.

De los 2 casos de seudoartrosis de una artrodesis previa, en un caso se había realizado con tornillos por osteoartrosis primaria y en el otro con un fijador externo como consecuencia de una artrosis secundaria a una fractura de tobillo.

En todos los casos fracasaron los tratamientos previos no quirúrgicos.

Clínicamente, todos los pacientes presentaban dolor intenso a la marcha y en reposo, dificultad para la deambulación más de 500 m en 4 casos y deformidad intensa del eje tibiotalocalcáneo en 6 casos. El diagnóstico se basó en la anamnesis, el estudio radiológico (anteroposterior y lateral de tobillo y pie en carga y oblicuas del tobillo) y la tomografía computarizada para valorar el grado de afectación de ambas articulaciones. La intervención se realizó con una evolución media de los síntomas de 16,6 meses (rango: 4 a 25). El seguimiento medio fue de 32 meses (rango: 7 a 61). Se valoró a todos los pacientes mediante la escala Clinical Rating System Ankle-Hind Foot de la AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) antes de la

intervención y al final del período de seguimiento, valorando el dolor (40 puntos sobre 100), la función (28 puntos sobre 100), la movilidad (22 puntos sobre 100) y el alineamiento (10 puntos sobre 100)¹³ (**tabla 2**).

En los 8 casos se utilizó el clavo retrógrado de artrodesis de tobillo de Biomet^{®14}, que presenta un bloqueo distal posteroanterior que mejora en un 40% la resistencia a la torsión del implante respecto al bloqueo sólo en lateromedial y ofrece la posibilidad de ejercer compresión in situ (**fig. 1**).

Tras el estudio preoperatorio habitual, se realizó la intervención quirúrgica (**fig. 2**) bajo anestesia general (3 casos) o raquianestesia (5 casos), y se aportó en uno de los 8 pacientes (paciente con seudoartrosis de un intento previo de artrodesis con fijador externo tras fractura de tobillo) injerto autógeno de cresta ilíaca por la importante pérdida ósea.

En el postoperatorio se colocó una férula posterior durante unas 4 a 6 semanas, a partir de la sexta semana se permitió la carga parcial asistida con muletas y no se autorizó la carga total hasta que no hubo pruebas de inicio de consolidación radiológica. En ocasiones se utilizó un botín de carga entre la cuarta y la octava semana.

Resultados

La valoración de los resultados se realizó mediante criterios objetivos y subjetivos (grado de satisfacción por parte del enfermo). En cuanto a los criterios objetivos, se establecieron la existencia o no de la consolidación ósea, tanto clínica como radiológicamente, y la valoración de la escala de la AOFAS.

La consolidación radiológica se produjo en los 8 pacientes en una media de 18 semanas (rango: 16 a 20) (**fig. 3**). Un paciente presentó la consolidación con una discrepancia de longitud de 2 cm (paciente con fractura de tobillo previa hacía 30 años), que se trató con un alza ipsilateral.

La marcha mejoró considerablemente en todos los casos, salvo en el paciente de la discrepancia de longitud, que precisó más tiempo para la reeducación de la marcha.

En todos los casos se mejoró la calidad de vida del paciente al disminuir o desaparecer el dolor, al poder caminar distancias más largas de forma asintomática y mejorar la funcionalidad de la marcha al no precisar muletas ni bastones (**fig. 4**).

La opinión subjetiva de los pacientes fue buena en todos los casos, pero sobre todo en los pacientes con un proceso más crónico y en los que la instauración de la incapacidad fue más progresiva.

La escala de la AOFAS preoperatoria tuvo una media de 21,1 puntos (rango: 8 a 38) y la obtenida al final del período de seguimiento fue de 88 puntos (rango: 62 a 100). La mejoría en la escala de la AOFAS fue fundamentalmente a expensas del dolor, que pasó de una media de 5 puntos antes de la intervención (dolor intenso siempre presente) a 35 puntos al final del período de seguimiento (dolor ausente o ligero en todos los pacientes).

En cuanto a las complicaciones, hay que destacar, además de la discrepancia de longitud reseñada anteriormente, un caso en el que hubo una leve necrosis de los bordes de la herida, que cicatrizó sin problemas, y otro paciente con una

Tabla 2 Escala de valoración de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society

Precirugía Fecha:	Escala de valoración del tobillo y el retropié (total: 100 puntos) (Kitaoka et al)	Doce meses Fecha:
Dolor (40 puntos)		
Sin dolor	40	
Poco, ocasionalmente	30	
Moderado, diariamente	20	
Intenso, siempre presente	0	
Función (50 puntos) (limitación de actividad/ayuda para la marcha)		
Sin limitación, no necesita ayuda para la marcha.	10	
Sin limitación de la actividad diaria, limitación de la actividad recreativa, no necesita ayuda	7	
Limitación de la actividad diaria, bastón	4	
Marcada limitación de la actividad, bastones, muletas, silla de ruedas, etc.	0	
Distancia recorrida máxima en manzanas (equivalencia en m)		
> 6	5	
4–6	4	
1–3	2	
< 1	0	
Superficies de marcha		
No tiene dificultad en ninguna superficie.	5	
Alguna dificultad en algunas superficies, escaleras, etc.	3	
Intensa dificultad en algunas superficies, etc.	0	
Anormalidad en la marcha		
Ninguna o leve	8	
Obvia	4	
Marcada	0	
Movilidad en plano sagital (F/E)		
Normal o leve restricción (>30°)	8	
Moderada restricción (de 15 a 29°)	4	
Marcada restricción (<15°)	0	
Movilidad inversión/eversión		
No restringida o mínimamente restringida (del 75 al 100%)	6	
Restricción moderada (del 25 al 74%)	3	
Marcada restricción (<25%)	0	
Inestabilidad del retropié		
Estable	8	
Inestable	0	
Alineamiento		
Bueno, pie plantígrado, tobillo y retropié alineado	10	
Regular, pie plantígrado, con algún grado de malalineamiento, sin síntomas	5	
Malo, pie no plantígrado, malalineación grave, sintomática	0	
Puntuación total	100	

F/E: flexo-extensión.

protrusión del clavo en la zona plantar, que se trató con una talonera de silicona, tras rechazar el paciente la extracción del clavo (*fig. 5*).

Discusión

La lesión con sintomatología clínica de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina simultáneamente es una de

las enfermedades de mayor dificultad a las que el cirujano ortopeda del pie y el tobillo se tiene que enfrentar, porque estos pacientes presentan un dolor de moderado a intenso, gran alteración funcional y en muchos casos una importante deformidad que puede repercutir sobre el resto del miembro inferior^{1–3}. El número de casos publicados de artrodesis tibioastragalocalcánea con enclavado endomedular está creciendo en los últimos años, aunque todavía son

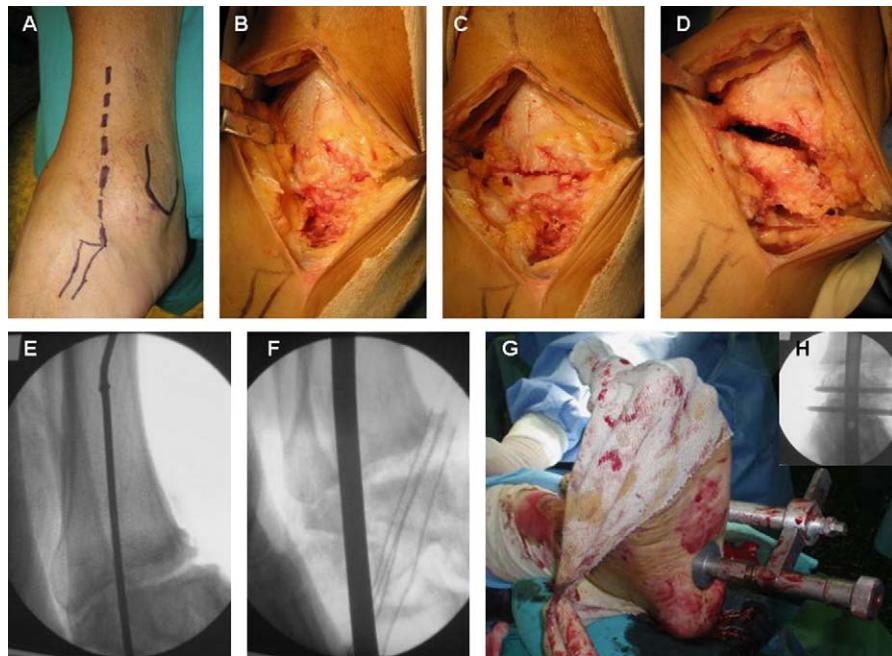


Figura 2 Técnica quirúrgica. A) incisión anterolateral a unos 6 cm proximal y anterior a la punta del maléolo peroneo, se incurva en esta zona hasta la base del cuarto metatarsiano. B y C) No se realizó osteotomía de los 3 cm distales del peroné, lo que permitió el acceso fácil a ambas articulaciones. D) Se llevó a cabo la preparación de las superficies articulares y la resección del cartílago articular. E) Se llevó a cabo la introducción de la guía del clavo con punta roscada bajo control radioscópico. F) Se llevó a cabo el fresado progresivo a través de la guía. G y H) Una vez introducido el clavo deseado se comprobó la alineación y se colocó la guía externa para introducir los tornillos transversales a la altura proximal en tibia y a la altura distal en calcáneo.

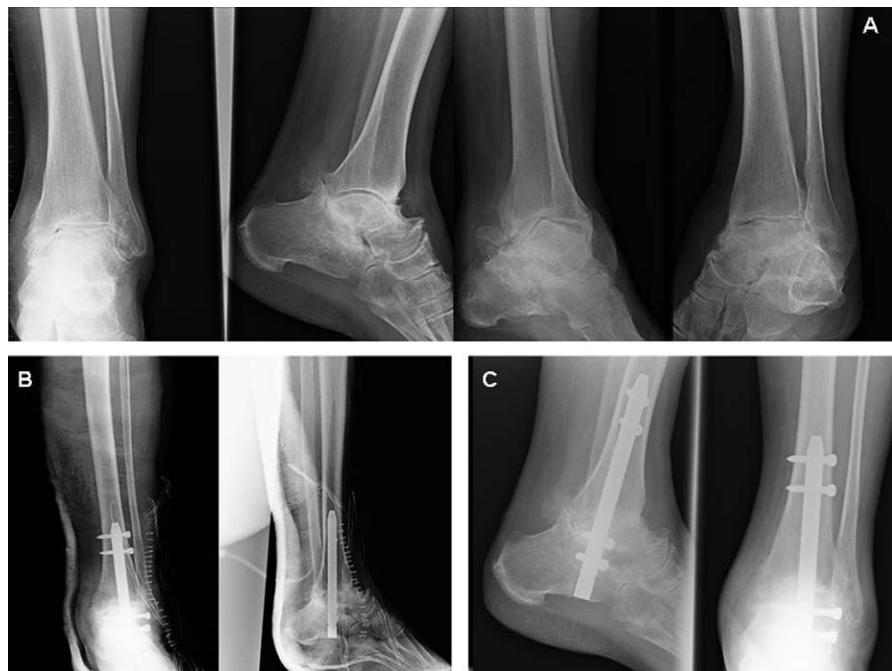


Figura 3 Caso n.º 6. A) Imágenes radiográficas anteroposterior, lateral y oblicuas iniciales. B) Imágenes radiográficas postoperatorias. C) Imágenes radiográficas al final del período de seguimiento.

pocos si se los compara con otras técnicas de osteosíntesis^{4,18-27}.

La artrodesis tibiotalocalcánea se ha considerado clásicamente como una cirugía de rescate o salvamento indicada

en pacientes con dolor moderado o intenso, alteración funcional grave e importante deformidad del retrópie, siempre que tengan afectadas las articulaciones tibioastragalina y subastragalina¹⁻⁴. Diferentes son los métodos que se



Figura 4 Caso n.º 2. A) Imágenes clínicas del paciente que muestran el varo del retropié y las cicatrices previas. B) Imágenes radiográficas iniciales que muestran la seudoartrosis tras el intento previo de artrodesis. C) Imágenes radiográficas iniciales que muestran la seudoartrosis al final del período de seguimiento.

han empleado para la fijación de la artrodesis tibioastragalocalcánea, desde clavos de Steinman³ y tornillos hasta compresión²⁸⁻³⁰, placa atornillada³⁰, placa-lámina de 95°³¹⁻³³, fijación externa^{3,13,30}, enclavado endomedular^{18-27,34} o, más recientemente, injerto de peroné intramedular^{35,36}, colocado como un clavo retrógrado que aporta injerto óseo y fijación. Los estudios biomecánicos recogidos en la bibliografía demuestran una superioridad del enclavado endomedular frente a las distintas construcciones con tornillos canulados de grandes fragmentos o los fijadores externos y similares a la placa-lámina a 95°, con la ventaja de una menor tasa de infección y lesión de partes blandas³⁷⁻⁴⁰.

El clavo retrógrado encerrojado proporciona una unión muy sólida, con una alta tasa de unión y pocas complicaciones, con gran satisfacción por parte del paciente⁵.

El abordaje puede ser lateral con osteotomía de los 3 cm distales del peroné o no, sobre todo cuando interese realizar osteotomías correctoras por mal alineamiento del retropié. McGarvey et al¹⁵ recomiendan añadir al abordaje lateral otro medial con osteotomía del maléolo tibial para trasladar el complejo talocalcáneo 1 cm medial con respecto a la tibia, para evitar lesiones en el paquete neurovascular plantar y para que el clavo quede más centrado en la diáfisis

tibial¹⁵. Otros autores defienden el abordaje posterior transaquileo, con el paciente en decúbito prono, porque tiene la ventaja de mayor accesibilidad a ambas superficies articulares y mayor facilidad para colocar el pie en la posición ideal para la artrodesis^{2,3}. Los autores de este artículo prefieren el abordaje lateral sin osteotomía del maléolo peroneo porque tiene muy buen acceso a las superficies tibioastragalina y subastragalina y porque permite osteotomías correctoras para las desalineaciones del retropié con facilidad e incluso translaciones mediales del complejo astragalocalcáneo (como recomiendan McGarvey et al)¹⁵, para que el clavo quede centrado en la diáfisis tibial. En los casos con ejes normales se puede acceder mediante artrotomía anterolateral y subastragalina.

Otros métodos para la realización de la artrodesis son la artroscopia o las técnicas MIS (*minimal incision surgery* ‘cirugía de mínima incisión’) de fresado⁵. La artroscopia aporta un gran número de ventajas sobre las técnicas abiertas, como son menor tiempo de inmovilización, mayor tasa de consolidación, menor tasa de complicaciones de partes blandas e infección y menor tiempo de hospitalización. Sin embargo, el mal alineamiento en el plano sagital o una marcada traslación anteroposterior de la articulación tibioastragalina son difíciles de corregir mediante técnicas artroscópicas, al igual que los casos de necrosis avascular, en los que se requiere el aporte de injerto óseo y se debe recurrir a técnicas abiertas^{5,41}.

Hay autores, como Boer et al¹⁸, que recomiendan no realizar un desbridamiento de la articulación subastragalina con buenos resultados en una serie de 50 pacientes.

Así pues, se podría optar por realizar una artrodesis por artroscopia cuando no haya una deformidad en varo o valgo del tobillo superior a 15° y haya una mínima interlínea articular para introducir la óptica y el motor. En caso de que no haya deformidad en varo o valgo, pero no haya interlínea articular, como en la artritis reumatoide, se podría optar por una técnica MIS. Si hay deformidad marcada, se podría usar un abordaje lateral, transmaleolar. Pero no se debe olvidar valorar el estado cutáneo previo a la cirugía, ya que con frecuencia a los pacientes se les han realizado intervenciones con anterioridad y suelen presentar cicatrices o, incluso, injertos cutáneos o musculocutáneos. Como regla general, es poco aconsejable realizar incisiones en zonas que hayan presentado problemas anteriormente, y es en estos casos donde se podría emplear el abordaje posterior transaquileo⁵.

El objetivo final es colocar el pie en posición plantigrada, en la que debe estar el retropié en un valgo de 0 a 5°, flexión neutra y una rotación externa similar al pie contralateral⁵.

El aspecto técnico más comprometido del enclavado endomedular es la localización exacta del punto de entrada, que se localiza en la intersección entre la línea en el plano sagital, que va desde el segundo metatarsiano al centro del talón y la línea en el plano coronal en la zona de transición entre el tercio medio y distal del talón^{2,16,17,42}. Flock et al¹⁶ recomiendan que se realice con una línea transversal ligeramente posterior a la línea media de la tibia, lo que evita con la disección el nervio abductor digiti quinti, así como el nervio y la arteria plantar lateral.

El enclavado endomedular tiene la ventaja respecto a otros sistemas de fijación en la artrodesis tibiotalocalcánea (tornillos y fijación externa), que precisa menos tiempo de inmovilización, confiere mayor estabilidad multiplanar a la

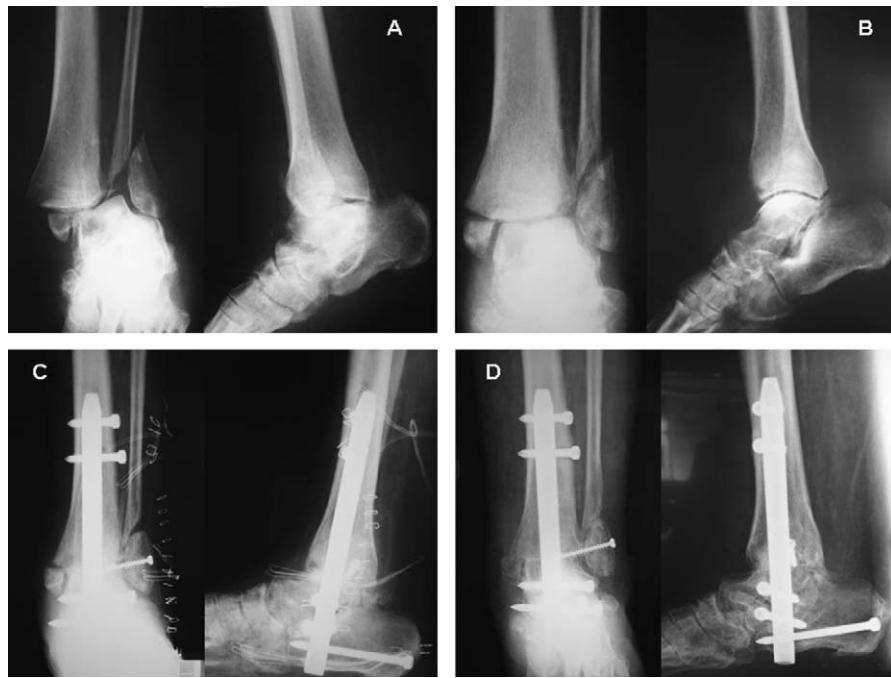


Figura 5 Caso n.º 3. A) Imágenes radiográficas iniciales tras la fractura. B) Imágenes radiográficas al llegar a consultas. C) Imágenes radiográficas postoperatorias. D) Imágenes radiográficas al final del período de seguimiento. Nótese la ligera protrusión distal del clavo.

fijación, se evitan las complicaciones de la fijación externa, se tiene mayor control de la deformidad rotacional, permite una carga más precoz y presenta menos porcentajes de nonuniones y maluniones^{2,15-17,29,30,43}.

La media del tiempo de fusión de la artrodesis en este trabajo fue de 18 semanas, tiempo similar a las 19 semanas de Chou et al¹. En todos los casos hubo fusión de la artrodesis, sin retardos de la consolidación ni retiradas del material. Los índices de fusión oscilan en la mayoría de los autores de un 93² a un 100%⁴³. En todos los trabajos los resultados según la AOFAS mejoraron considerablemente (66 puntos Chou et al¹, 74 puntos Mann et al⁴⁴ y 67 puntos en el presente trabajo).

Las principales complicaciones asociadas a esta técnica son infecciones superficiales y profundas, neuromas del sural, prominencias del clavo en la planta del pie, reacciones de estrés en la zona proximal del clavo o de los tornillos de encerjado proximal, roturas de los tornillos distales, seudoartrosis, consolidaciones en malaposición y acortamientos^{1-3,29,43,45}. En esta serie hubo un caso de acortamiento superior a 1,5 cm que mejoró la marcha con un alza, una protrusión del clavo en el talón que se solucionó con una talonera y una leve necrosis de los bordes de la herida que cicatrizó sin problemas.

El enclavado endomedular ha ido sufriendo modificaciones desde las primeras construcciones con clavos retrógrados no específicos (clavo distal de fémur, T2 de fémur distal, Marchetti-Vicenzi, etc.) hasta los clavos actuales diseñados específicamente. Éstos han ido evolucionando desde los primeros diseños estáticos hasta los dinámicos, con la compresión en el foco de artrodesis, los clavos anatómicos y la última generación de clavos con tornillos de bloqueo bloqueados⁴⁶⁻⁴⁹. En cuanto a la localización de los tornillos de bloqueo, también han ido apareciendo modificaciones⁵⁰. En

el encerjado distal, el tornillo más distal siempre penetra en el calcáneo (bien lateral o bien anteroposterior según el clavo usado), pero el más proximal suele presentar problemas, ya que el astrágalo suele estar colapsado o necrosado, con lo que, o no tiene buena fijación o bien penetra en la articulación subastragalina o tibioastragalina. Debido a esto, actualmente se tiende a encerrojar distalmente de posterior a anterior, con lo que se aumenta la fijación ósea, ya que los tornillos hacen presa en todo el calcáneo y al menos en cuello y cabeza del astrágalo, con los que se aumenta la estabilidad y además contribuyen a neutralizar las fuerzas sagitales que actúan en el lugar de la fusión⁵.

En resumen, la artrodesis tibiotalocalcánea es una técnica indicada en pacientes con dolor moderado o intenso e importante incapacidad funcional causada por la afectación de las articulaciones tibioastragalina y subastragalina, y como cirugía de rescate en fracasos de artrodesis con otras técnicas y artroplastias; es la técnica de elección en estos últimos. Hacen falta series más amplias y con mayor tiempo de evolución para confirmar estos buenos resultados iniciales.

Bibliografía

- Chou LB, Mann RA, Yaszay B, Graves SC, McPeake WT, Dreeben SM, et al. Tibiotalocalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 2000; 21:804-8.
- Kile TA, Donnelly RE, Gehrke JC, Werner ME, Johnson KA. Tibiotalocalcaneal arthrodesis with an intramedullary device. *Foot Ankle Int.* 1994;15:669-73.
- Russotti GM, Johnson KA, Cass JR. Tibiotalocalcaneal arthrodesis for arthritis and deformity of the hind part of the foot. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70-A:1304-7.

4. Sánchez-Alepuz E, Sánchez-González M, Martínez-Arribas E. Artrodesis tibiotalocalcánea con clavo retrógrado de reconstrucción. *Rev Ortop Traumatol.* 2003;47:137–44.
5. Mader K, Verheyen CC, Gausepohl T, Pennig D. Minimally invasive ankle arthrodesis with a retrograde locking nail after failed fusion. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2007;2:39–47.
6. Adams JC. Arthrodesis of the ankle joint: Experiences with the transfibular approach. *J Bone Joint Surg Am.* 1948;30-B:506–11.
7. Stone K, Helal B. A method of ankle stabilization. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;268:102–6.
8. Madezo P, De Cussac JB, Gouin F, Bainvel JV, Passuti N. Combined tibio-talar and subtalar arthrodesis by retrograde nail in hindfoot rheumatoid arthritis. *Rev Chir Orthop.* 1998;84:646–52.
9. Carrier D, Harries C. Ankle arthrodesis with vertical Steinmann pins in rheumatic arthritis. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;268:10–4.
10. Fujimori J, Yoshino S, Koiwa M, Nakamura H, Shiga H, Nagashima S. Ankle arthrodesis in rheumatoid arthritis using an intramedullary nail with fins. *Foot Ankle Int.* 1999;20:485–90.
11. Merian M, Leumann A, Hintermann B. Tibiotalocalcaneal fusion with retrograde locked intramedullary nailing. *Tech Foot Ankle Surg.* 2007;6:62–8.
12. Goebel M, Mückley T, Gerdesmeyer L, Militz M, Bührer V. Intramedullary nailing in tibiotalocalcaneal arthrodesis. *Unfallchirurg.* 2003;106:633–41.
13. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349–53.
14. Mann MR, Parks BG, Pak SS, Miller SD. Tibiotalocalcaneal arthrodesis: A biomechanical analysis of the rotational stability of the Biomet Ankle Arthrodesis Nail. *Foot Ankle Int.* 2001;22:731–3.
15. McGarvey WC, Trevino SG, Baxter DE, Noble PC, Schon LC. Tibiotalocalcaneal arthrodesis: Anatomic and technical considerations. *Foot Ankle Int.* 1998;19:363–9.
16. Flock TJ, Ishikawa S, Hecht PJ, Wapner KL. Heel anatomy for retrograde tibiotalocalcaneal roddings: A roentgenographic and anatomic analysis. *Foot Ankle Int.* 1997;18:233–5.
17. Stephenson KA, Kile TA, Graves SC. Estimating the insertion site during retrograde intramedullary tibiotalocalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 1996;17:781–2.
18. Boer R, Mader K, Pennig D, Verheyen CC. Tibiotalocalcaneal arthrodesis using a reamed retrograde locking nail. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;463:151–6.
19. Niinimäki TT, Klemola TM, Leppilahti JI. Tibiotalocalcaneal arthrodesis with a compressive retrograde intramedullary nail: A report of 34 consecutive patients. *Foot Ankle Int.* 2007;28:431–4.
20. Pelton K, Hofer JK, Thordarson DB. Tibiotalocalcaneal arthrodesis using a dynamically locked retrograde intramedullary nail. *Foot Ankle Int.* 2006;27:759–63.
21. Goebel M, Gerdesmeyer L, Mückley T, Schmitt-Sody M, Diehl P, Stienstra J, et al. Retrograde intramedullary nailing in tibiotalocalcaneal arthrodesis: A short-term, prospective study. *J Foot Ankle Surg.* 2006;45:98–106.
22. Grass R. Tibiotalocalcaneal arthrodesis using a distally introduced femur nail (DFN). *Oper Orthop Traumatol.* 2005;17:426–41.
23. Hammett R, Hepple S, Forster B, Winson I. Tibiotalocalcaneal (hindfoot) arthrodesis by retrograde intramedullary nailing using a curved locking nail. The results of 52 procedures. *Foot Ankle Int.* 2005;26:810–5.
24. Muir D, Angliss RD, Nattrass GR, Graham HK. Tibiotalocalcaneal arthrodesis for severe calcaneovalgus deformity in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2005;25:651–6.
25. Mendicino RW, Catanzariti AR, Saltrick KR, Dombek MF, Tullis BL, Statler TK, et al. Tibiotalocalcaneal arthrodesis with retrograde intramedullary nailing. *J Foot Ankle Surg.* 2004;43:82–6.
26. De Smet K, De Brauwer V, Burssens P, Van Ovost E, Verdonk R. Tibiocalcaneal Marchetti-Vicenzi nailing in revision arthrodesis for posttraumatic pseudarthrosis of the ankle. *Acta Orthop Belg.* 2003;69:42–8.
27. Millett PJ, O'Malley MJ, Tolo ET, Gallina J, Fealy S, Helfet DL. Tibiotalocalcaneal fusion with a retrograde intramedullary nail: Clinical and functional outcomes. *Am J Orthop.* 2002;31:531–6.
28. Papa JA, Myerson MS. Pantalar and tibiotalocalcaneal arthrodesis for post-traumatic osteoarthritis of the ankle and hindfoot. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74-A:1042–9.
29. Papa JA, Myerson MS, Girard P. Salvage, with arthrodesis, in intractable diabetic neuropathic arthropathy of the foot and ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75-A:1056–66.
30. Acosta R, Ushiba J, Cracchiolo A. The results of a primary and staged pantalar arthrodesis and tibiotalocalcaneal arthrodesis in adult patients. *Foot Ankle Int.* 2000;21:182–94.
31. Alfahd U, Roth SE, Stephen D, Whyne CM. Biomechanical comparison of intramedullary nail and blade plate fixation for tibiotalocalcaneal arthrodesis. *J Orthop Trauma.* 2005;19:703–8.
32. Chiodo CP, Acevedo JI, Sammarco VJ, Parks BG, Boucher HR, Myerson MS, et al. Intramedullary rod fixation compared with blade-plate-and-screw fixation for tibiotalocalcaneal arthrodesis: A biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:2425–8.
33. Hanson TW, Cracchiolo 3rd A. The use of a 95 degree blade plate and a posterior approach to achieve tibiotalocalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 2002;23:704–10.
34. Fox IM, Shapero C, Kennedy A. Tibiotalocalcaneal arthrodesis with intramedullary interlocking nail fixation. *Clin Podiatr Med Surg.* 2000;17:19–31.
35. Schill S. Ankle arthrodesis with interposition graft as a salvage procedure after failed total ankle replacement. *Oper Orthop Traumatol.* 2007;19:547–60.
36. Ebraheim NA, Elgafy H, Stefancin JJ. Intramedullary fibular graft for tibiotalocalcaneal arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;385:165–9.
37. Mückley T, Eichorn S, Hoffmeier K, Von Oldenburg G, Speitling A, Hoffmann GO, et al. Biomechanical evaluation of primary stiffness of tibiotalocalcaneal fusion with intramedullary nails. *Foot Ankle Int.* 2007;28:224–31.
38. Bennett GL, Cameron B, Njus G, Saunders M, Kay DB. Tibiotalocalcaneal arthrodesis: A biomechanical assessment of stability. *Foot Ankle Int.* 2005;26:530–6.
39. Fleming SS, Moore TJ, Hutton WC. Biomechanical analysis of hindfoot fixation using an intramedullary rod. *J South Orthop Assoc.* 1998;7:19–26.
40. Berend ME, Glisson RR, Nunley JA. A biomechanical comparison of intramedullary nail and crossed lag screw fixation for tibiotalocalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 1997;18:639–43.
41. Sekiya H, Horii T, Kariya Y, Hoshino Y. Arthroscopic-assisted tibiotalocalcaneal arthrodesis using an intramedullary nail with fins: A case report. *J Foot Ankle Surg.* 2006;45:266–70.
42. Roukis TS. Determining the insertion site for retrograde intramedullary nail fixation of tibiotalocalcaneal arthrodesis: A radiographic and intraoperative anatomical landmark analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2006;45:227–34.
43. Thordarson DB, Chang D. Stress fractures and tibial cortical hypertrophy after tibiotalocalcaneal arthrodesis with an intramedullary nail. *Foot Ankle Int.* 1999;20:497–500.
44. Mann RA, Rongstad KM. Arthrodesis of the ankle: A critical analysis. *Foot Ankle Int.* 1998;19:3–9.
45. Cooper PS. Complications of ankle and tibiotalocalcaneal arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;391:33–44.

46. Mückley T, Hoffmeier K, Klos K, Petrovitch A, Von Oldenburg G, Hofmann GO. Angle-stable and compressed angle-stable locking for tibiotalocalcaneal arthrodesis with retrograde intramedullary nails. Biomechanical evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90-A:620–7.
47. O'Neill PJ, Parks BG, Walsh R, Simmons LM, Schon LC. Biomechanical analysis of screw-augmented intramedullary fixation for tibiotalocalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 2007;28:804–9.
48. Mückley T, Ullm S, Petrovitch A, Klos K, Beimel C, Fröber R, et al. Comparison of two intramedullary nails for tibiotalocalcaneal fusion: Anatomic and radiographic considerations. *Foot Ankle Int.* 2007;28:605–13.
49. Noonan T, Pinzur M, Paxinos O, Havey R, Patwardhan A. Tibiotalocalcaneal arthrodesis with a retrograde intramedullary nail: A biomechanical analysis of the effect of nail length. *Foot Ankle Int.* 2005;26:304–8.
50. Means KR, Parks BG, Nguyen A, Schon LC. Intramedullary nail fixation with posterior-to-anterior compared to transverse distal screw placement for tibiotalocalcaneal arthrodesis: A biomechanical investigation. *Foot Ankle Int.* 2006;27:1137–1142.