

5 Artrodesis complejas de tobillo

Jordi Asunción Márquez, Alejandro Henao Alzate, Daniel Poggio Cano
Unidad de Pie y Tobillo. Hospital Clínic. Universidad de Barcelona

Introducción

La artrodesis de tobillo es un procedimiento quirúrgico descrito por Albert en 1879⁽¹⁾ y que se utilizó inicialmente para la poliomielitis y la tuberculosis, pero sus indicaciones y técnicas han sufrido muchos cambios con el tiempo para ser adaptadas a diferentes patologías⁽²⁾. En la actualidad, es el tratamiento de elección en aquellas patologías degenerativas tibioastragalinas en fases avanzadas, aunque las prótesis van presentando mejores resultados progresivamente y van teniendo más indicaciones.

En la literatura están documentadas más de 40 técnicas diferentes, pero cuando nos planteamos la realización de una artrodesis de tobillo lo primero que debemos valorar es la necesidad de incluir la articulación subastragalina en la fijación. Para ello es imprescindible una valoración clínica para determinar la presencia de una sintomatología dolorosa en esta articulación, además de un estudio radiológico y por tomografía computarizada (TC), para establecer la posible afectación degenerativa de la misma que obligue a la realización de una artrodesis tibiotarsoalcalánea. Frecuentemente, las deformidades severas del tobillo suelen comprometer a las articulaciones del retropié, por lo que se deben incluir estas articulaciones en la artrodesis a realizar^(3,4). A pesar de ello, algunos cirujanos prefieren realizar siempre la fusión simultánea de la articulación subastragalina cuando realizan una artrodesis tibioastragalina, justificándolo en la medida que obtienen una fijación más estable y evitan el deterioro articular que se produciría en esta articulación a medio plazo y que requeriría una nueva intervención.

Posteriormente, se debe escoger la vía de acceso más apropiada para cada caso, pudiendo optar por una vía anterior (posiblemente la más ampliamente utilizada en las artrodesis tibioastragalinas), por una vía lateral o por una vía posterior (estas dos últimas de predilección en los casos de artrodesis tibiotarsoalcaléneas). Aunque no debemos olvidarnos de las técnicas artroscópicas, que en la actualidad son cada vez más empleadas para artrodesis tibioastragalinas o tibiotarsoalcaléneas con

deformidades menores que no requieran el uso de injerto óseo.

Teniendo en cuenta que los buenos resultados no dependen sólo del tipo de abordaje, finalmente tendremos que plantearnos cuál deberá ser el método de fijación más adecuado en cada caso específico para conseguir una correcta estabilidad que nos asegure el éxito de la artrodesis. Dentro de estos sistemas de osteosíntesis tenemos los tornillos cruzados o las placas anteriores (de elección en las artrodesis tibioastragalinas) y los clavos endomedulares retrógrados o las placas laterales o posteriores (para las artrodesis tibiotarsoalcaléneas).

La situación se puede complicar mucho más en aquellos casos donde existen graves deformidades (degenerativas, postraumáticas o neuropáticas) que requieren correcciones complejas y en los que puede existir una gran destrucción y pérdida ósea que, en muchas ocasiones, precisa el uso de aloinjerto óseo masivo estructurado. A todos estos casos los hemos denominado con el término de *artrodesis complejas de tobillo*.

Clasificación de las artrodesis complejas

En la literatura actual no están descritas clasificaciones etiológicas de estas situaciones con deformidades severas del tobillo, las cuales van a requerir de unos tratamientos individualizados y de unos métodos de fijación más complejos.

Las artrodesis de tobillo que nosotros hemos denominado "complejas" las podríamos clasificar según la etiología que provoca la deformidad:

- Artrodesis después de fracaso de prótesis de tobillo: cada vez más frecuentemente estamos tratando fracasos o infecciones de prótesis de tobillo que requieren su reconversión a una artrodesis⁽⁵⁻¹⁰⁾.
- Necrosis avascular^(11,12) o pérdida ósea masiva por traumatismos o tumores.
- Revisión de fallos de artrodesis previa⁽¹³⁻¹⁵⁾.



- Deformidades importantes: por secuelas postraumáticas o en estadios avanzados de artropatías degenerativas, como la disfunción del tibial posterior^(3,4).
- Deformidades neurológicas congénitas.
- Artropatía neuropática (o pie de Charcot)⁽¹⁶⁻²⁰⁾.

Técnicas quirúrgicas

Valoración preoperatoria

Será imprescindible plantear un tratamiento individualizado para cada caso, debiéndose realizar una historia clínica minuciosa con especial interés en la coexistencia de enfermedades sistémicas, uso de medicamentos, consumo de tabaco, antecedentes traumáticos, cirugías previas sobre la extremidad y antecedentes de infecciones en el tobillo y pie⁽²¹⁾.

Es necesario realizar una exploración física valorando el estado de las partes blandas, la existencia de cicatrices previas que nos pueden comprometer el acceso quirúrgico, el estado vascular de la extremidad, la movilidad de la articulación del tobillo y retropié, así como comprobar la alineación de toda la extremidad inferior^(14,15).

Es importante realizar radiografías en carga del pie y tobillo, valorando minuciosamente el estado óseo y articular, así como para planear la corrección necesaria en cada caso. En muchos casos aconsejamos disponer de una telemetría de las extremidades inferiores para valorar la alineación de toda la extremidad y la disimetría si existiera. La TC es útil en la mayoría de casos para valorar el estado articular del tobillo y de las articulaciones vecinas, determinar la existencia de una pérdida o necrosis ósea que precisen el uso de injerto óseo y planear las correcciones intraoperatorias necesarias para conseguir una extremidad plantigrada.

Puede ser necesario, en muchos casos, solicitar una analítica completa con velocidad de sedimentación globular (VSG) y proteína C reactiva (PCR), además de gammagrafías óseas con leucocitos marcados y la tomografía por emisión de positrones combinada con tomografía computarizada (TEP-TC), para descartar procesos sépticos latentes subyacentes.

Planificación operatoria

Dada la gran variabilidad de estas situaciones complejas, es muy difícil establecer unos protocolos comunes a todos los casos. A pesar de ello, como norma general, en estas situaciones con deformidades severas siempre se debe plantear realizar una artrodesis simultánea de la

articulación tibioastragalina y de la subastragalina para conseguir una fijación más estable y con un método de síntesis lo suficientemente rígido que nos asegure una fusión adecuada. Incluso en algunos casos puede ser necesario incluir las articulaciones astragaloescafoidea o calcaneocuboidea en la artrodesis.

Es imprescindible valorar qué vía de acceso se va a emplear, y tiene que planificarse la necesidad de utilizar injerto óseo y si éste deberá ser autólogo o si será preciso recurrir al aloinjerto.

Vías de acceso

En cuanto a la elección de la vía de acceso quirúrgico más adecuada, debemos tener especial atención en las incisiones de las cirugías previas, la situación del estado cutáneo y de los posibles injertos de partes blandas que se hayan realizado con anterioridad. Debemos intentar evitar siempre aquellos accesos quirúrgicos que hayan presentado problemas de cicatrización o de infección en cirugías previas.

En estos casos clasificados como de artrodesis complejas de tobillo, las artrodesis artroscópicas o por mínima incisión no suelen ser utilizadas de forma habitual, aunque algunos autores⁽²²⁾ refieren buenos resultados empleando estas técnicas quirúrgicas.

Nosotros no recomendamos la vía anterior para las artrodesis complejas de tobillo, ya que no permite el acceso simultáneo a la articulación tibioastragalina y subastragalina, por lo cual se debería realizar un abordaje adicional subastragalino; y porque, además, puede presentarnos problemas cicatriciales con mayor frecuencia. Son más recomendables las vías laterales o las vías posteriores. Cada una de ellas presenta unas ventajas en estos complejos casos y deberá escogerse la más adecuada según la situación concreta en la que nos encontremos.

Vía lateral

Éste es un abordaje transfibular, es decir, que precisa de la osteotomía o de la resección de la parte distal del peroné. Se puede usar para cualquier paciente y situación, pero es particularmente útil para los que tienen grandes deformidades angulares y en los casos de fracasos de prótesis de tobillo que requieren la extracción de la misma y la implantación de injerto óseo estructurado, o cuando se requiere retirar material de osteosíntesis.

Esta vía de acceso presenta unas determinadas características y ventajas:

- Permite un buen acceso al tobillo y articulación subastragalina de forma simultánea, para su correcta preparación.

- Permite una fácil extracción de una prótesis de tobillo.
- Consigue la corrección de deformidades importantes.
- Precisa la resección del peroné distal, el cual puede ser empleado posteriormente como injerto óseo, ya sea mediante una aposición en la pared lateral para dar una mayor estabilidad o en fragmentos pequeños, como autoinjerto en casos de pérdida ósea; también podemos usar el peroné como injerto estructural intramedular para aumentar el contacto óseo y proporcionar una estabilidad central al montaje.
- Permite una muy buena exposición de la tibia, astrágalo y calcáneo, lo cual facilita la fijación que puede efectuarse mediante clavo endomedular, placas laterales o fijación externa.
- En el caso que sea necesario, puede realizarse también la artrodesis astragaloescafoidea por esta misma vía.

Con este abordaje están publicadas unas tasas de consolidación que oscilan entre el 93% y el 96%, con un tiempo promedio de consolidación de unos 82 días⁽²³⁾.

Vía posterior

Descrita para artrodesis de tobillo por Hammit en 2006⁽²⁴⁾, tiene varias ventajas para su uso en artrodesis complejas de tobillo:

- Evita cicatrices de cirugías previas que generalmente se encuentran en la cara anterior o lateral del tobillo.
- La disección se realiza entre angiosomas, respetando la vascularización de la piel⁽²⁵⁾ y evitando posibles necrosis cutáneas avasculares.
- Se accede a la articulación tibioastragalina y subastragalina por la misma vía de forma simultánea.
- Se puede conservar el peroné, con lo cual se controla la alineación del tobillo o se puede usar como injerto o adicionar a la artrodesis para dar una mayor estabilidad⁽²⁶⁾.
- Al estar el paciente en posición de decúbito prono podemos obtener injerto óseo de la cresta ilíaca.
- Tenemos un control de la alineación del tobillo y retropié, tanto de forma clínica como fluoroscópica.
- Se puede realizar la fijación con clavos endomédulares o placas posteriores, las cuales tendrán una buena cobertura por parte de los tejidos blandos⁽²⁷⁾.
- El tendón de Aquiles se alarga en el mismo procedimiento.

Uso de injerto óseo

En una gran parte de las artrodesis complejas de tobillo existen pérdidas óseas o graves deformidades que obligan a emplear aloinjertos estructurados para poder conseguir una fusión adecuada y en correcta posición. En estos casos podemos emplear diferentes tipos de injerto óseo:

Aloinjerto estructurado: clásicamente se ha empleado la cabeza femoral como aloinjerto en caso de grandes pérdidas óseas, ya sea por necrosis astragalinas masivas o por fracasos de prótesis de tobillo⁽²⁸⁾. Esto obliga a realizar un fresado esférico de la articulación, pudiéndose usar las fresas de cótilo para conseguir una correcta implantación⁽²⁹⁾, o bien a un tallado cilíndrico de la cabeza femoral, el cual suele ser dificultoso debido a la dureza y a la esfericidad de la misma.

Nosotros preferimos utilizar aloinjerto criopreservado del pión tibial como injerto óseo segmentario por varias razones: el injerto óseo congelado tiene mayor inducción ósea que el liofilizado; dado que se trata de un injerto de la misma zona receptora, su implantación es mucho más sencilla, ya que adecua perfectamente al extremo distal de la tibia; su tallado es mucho más sencillo, ya que es más esponjoso y sólo tenemos que adecuar el grosor y amplitud del mismo como un cajetín; idealmente es mucho más lógico usar como un injerto una parte de tobillo para poder artrodesar otro tobillo (Figura 1).

Peroné: en la mayoría de estos pacientes el peroné se encuentra indemne y puede ser utilizado como injerto óseo para la artrodesis tibiotarso-calcánea; además, cuando empleamos la vía lateral el peroné ya debe osteotomizarse para poder realizar una correcta artrodesis.

Este peroné puede emplearse como injerto de diferentes maneras. Puede usarse mediante una aposición lateral sobre la cara externa de la tibia, astrágalo y calcáneo, debiéndose refrescar la cortical medial del peroné y fijarlo mediante tornillos. Puede cortarse en cilindros de hueso diafisario, introducirlo en la zona de defecto óseo⁽¹⁰⁾ y hacer una especie de empalizada alrededor del clavo endomedular. O incluso puede triturarse y usarse para rellenar la cavidad residual.

Algunos autores prefieren preservar la integridad del peroné para disponer de una mayor superficie de contacto óseo para la fusión, preservar el surco de los tendones peroneos y mantener el valgo del tobillo⁽³⁰⁾, lo cual es una buena opción en casos de artrodesis tibioastragalinas simples, pero no en las artrodesis complejas, donde existe una gran deformidad o pérdida de hueso.

Nosotros preferimos emplear el peroné como un autoinjerto intramedular introducido del mismo modo



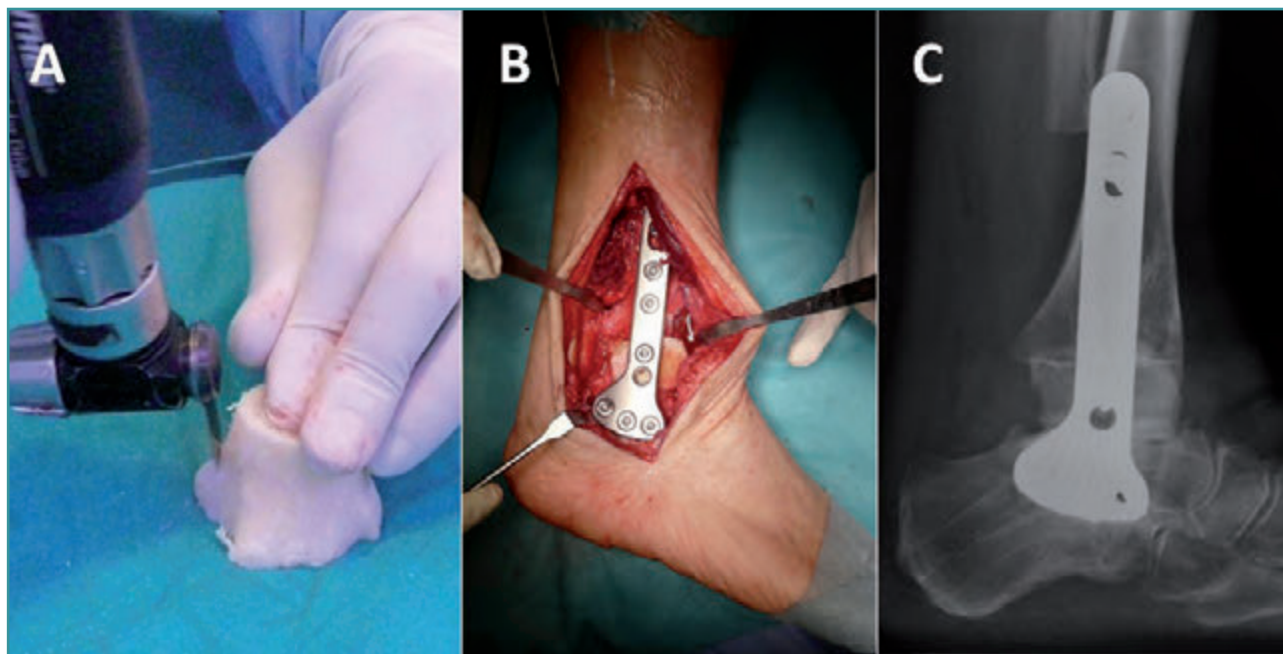


Figura 1. Utilización de aloinjerto estructurado criopreservado de pilón tibial en una artrodesis tibioastragalocalcánea tras extracción de una prótesis de tobillo. A) Tallado del pilón tibial. B) Colocación del bloque del aloinjerto entre tibia y astrágalo y artrodesis con placa lateral bloqueada. C) Imagen radiológica de la artrodesis.

que se implanta un clavo retrógrado⁽³¹⁾. Para ello se debe realizar un fresado endomedular retrógrado del segmento calcáneo-astrágalo-tibial hasta un diámetro de unos 13-14 mm, si es posible, y posteriormente tallar el peroné distal hasta conseguir que tenga un diámetro similar en toda su longitud (Figura 2). Finalmente, se introduce retrógradamente en el tobillo a través de la incisión plantar hasta que se encuentre alineado con la cortical plantar del calcáneo, de forma que no pueda producir exostosis que ocasionen dolor a nivel del talón. Lógicamente, como todos los casos de uso de injerto óseo, se precisa de una síntesis rígida para su estabilización, siendo la placa lateral tibiotocalcánea la mejor alternativa en estos casos.

Algunos autores han propuesto el relleno del defecto óseo después de la extracción de una prótesis de tobillo mediante un implante de metal trabecular con la finalidad de evitar la necesidad de realizar nuevos accesos para la obtención de autoinjerto, con el posterior dolor en la zona donante, disminuir el tiempo quirúrgico y simplificar el procedimiento⁽³²⁾.

Métodos de síntesis

La realización de una artrodesis tibiotocalcánea de tobillo en situaciones complejas precisa de un sistema de

osteosíntesis especialmente rígido para evitar fracasos de la fusión o roturas del implante.

Para ello, disponemos de los clavos intramedulares retrógrados que nos ofrecen una gran solidez, con diámetros desde los 10 mm a los 12 mm y longitudes de 15 cm a 30 cm de manera convencional, aunque se pueden solicitar longitudes mayores para casos excepcionales. El problema de estos implantes es la estabilización ósea, ya que se fija a nivel proximal únicamente mediante dos tornillos tibiales (uno de los cuales suele ser dinámico), y distalmente con un tornillo en astrágalo (el cual muchas veces presenta una calidad ósea deficiente para un correcto anclaje del tornillo) y un tornillo calcáneo. Estos dos tornillos proximales y distales pueden ser insuficientes para una correcta estabilización rotacional y sagital del tobillo, lo que nos puede llevar a una falta de fusión y a la rotura de los tornillos o del clavo.

Por otro lado, tenemos las placas bloqueadas tibiotocalcáneas laterales, que tienen un grosor de unos 5 mm para aportar una gran solidez. Para su correcta colocación, es preciso realizar una vía lateral amplia y reseca el tercio distal del peroné, ya que se anclan sobre la tibia distal, el astrágalo y el calcáneo, debiéndose rechazar los tendones peroneos. Presenta la ventaja de poder colocar múltiples tornillos de fijación, tanto tibiales como calcáneos, que además se encuentran

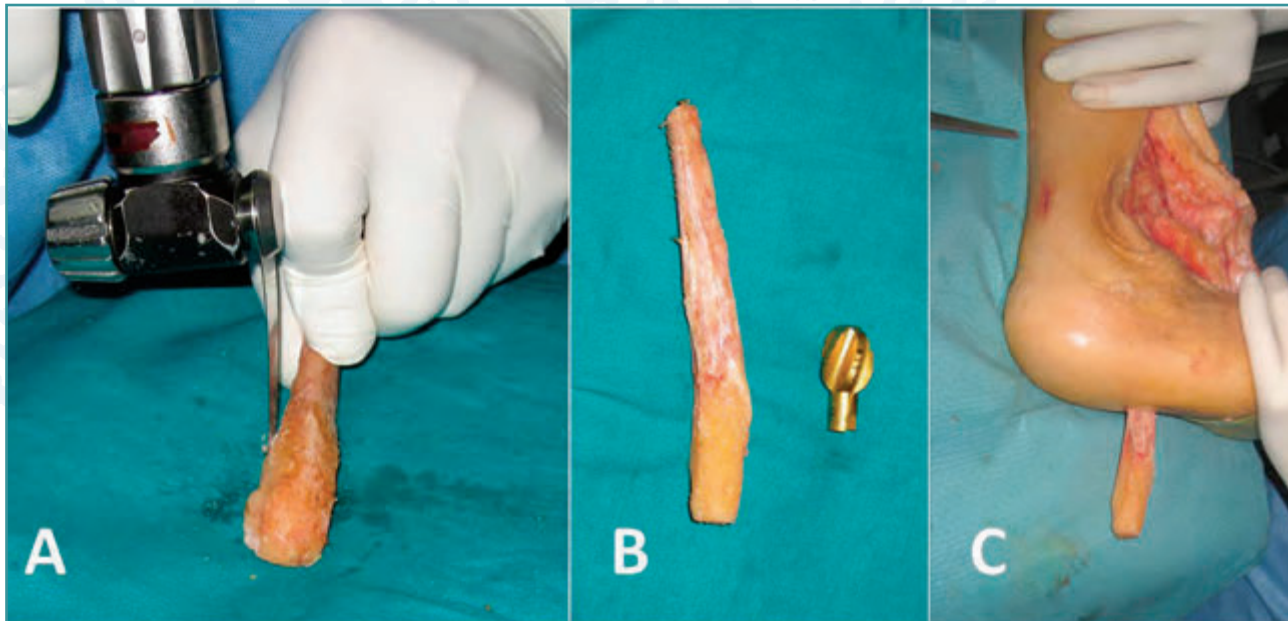


Figura 2. Utilización del tercio distal del peroné como injerto endomedular en la artrodesis tibiocalcálea. A) Tallado del peroné. B) Comprobación del correcto diámetro del peroné con respecto a la fresa final utilizada. C) Introducción del peroné endomedular a través de una incisión plantar en el talón.

bloqueados a la placa, lo que proporciona una estabilización muy rígida de la artrodesis, pudiéndose también realizar compresión a través de los orificios ovales que existen en la placa. Esto es muy útil en pacientes osteopénicos o con una mala calidad del hueso.

Artrodesis complejas de tobillo en diferentes patologías

Artropatía neuropática

En la neuroartropatía de Charcot se produce una destrucción de las articulaciones, predominantemente del tobillo y retropié, que llevan a una deformidad que causa inestabilidad, ulceraciones y posterior sobreinfección. Puede ser ocasionada por múltiples neuropatías periféricas, pero la causa más frecuente en la actualidad es la neuropatía diabética.

El tratamiento quirúrgico mediante artrodesis estará indicado cuando se presenta inestabilidad, úlceras recurrentes o grandes deformidades que no pueden ser controladas de forma conservadora^(18,33). La complejidad de estas artrodesis viene dada por la gran deformidad que suelen presentar estos tobillos, junto con la mala calidad ósea o la importante pérdida de hueso. El objetivo de la artrodesis en estos pacientes es evitar la aparición de las úlceras plantares y de las amputaciones secundarias, para lo cual la mejor solu-

ción es lograr tener un pie estable y plantígrado que sea útil para caminar y poder usar un calzado lo más normal posible⁽¹⁹⁾.

Las úlceras o infecciones activas deben ser tratadas y resueltas antes de la realización de la artrodesis, siendo preciso, en algunos casos, un primer tiempo de fijación externa para estabilizar el tobillo y posteriormente realizar la artrodesis definitiva (Figura 3).

La fijación con placas y tornillos ha mostrado tasas de éxito que van del 65% al 70%^(20,34); las tasas de consolidación con clavo retrogrado son del 71-78%^(21,35). Hay pocos artículos de artrodesis realizadas con fijación externa, aunque Fabrin⁽³⁶⁾ indica que se logró salvar la extremidad en el 92% de los casos, pero sólo se consiguió la consolidación en el 50% de los casos. La fijación externa es una buena opción cuando está contraindicada la fijación interna o existen problemas de tejidos blandos.

Otra técnica publicada en la literatura es la astraglectomía y posterior fijación tibiocalcálea, con tasas de consolidación del 93%⁽³⁷⁾, para aquellos pacientes que presentan un compromiso severo del astrágalo secundario a una destrucción ósea masiva que hace imposible su reconstrucción.

En estos pacientes, nosotros aconsejamos realizar una artrodesis tibiotarsal o tibiocalcálea mediante una vía de acceso lateral y la fijación con una placa lateral sólida bloqueada, que proporciona una gran rigidez al montaje, permitiendo además el uso



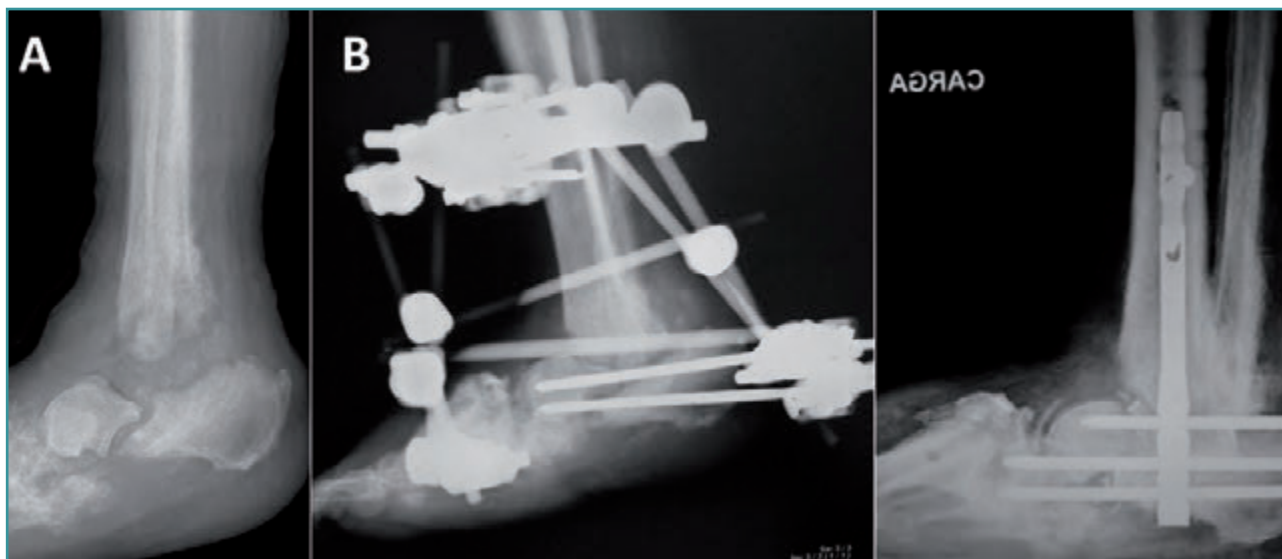


Figura 3. Panartrodesis de tobillo en dos tiempos en una neuroartropatía de Charcot. A) Importante destrucción neuropática del tobillo y retropié. B) Estabilización inicial con fijador externo. C) Panartrodesis con clavo retrógrado y aloinjerto criopreservado.

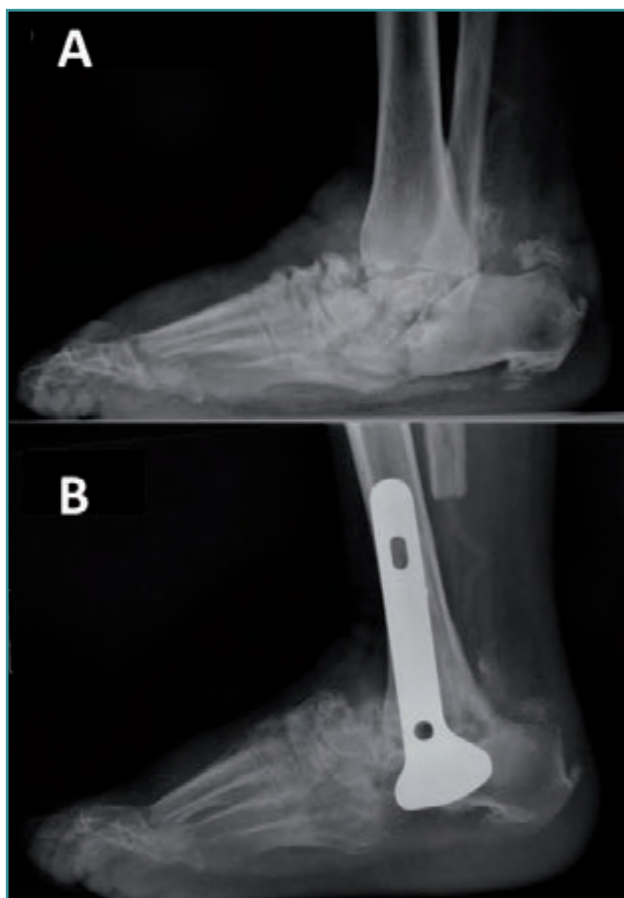


Figura 4. Artrodesis tibiocalcánea en neuroartropatía de Charcot. A) Radiología preoperatoria, donde se aprecia la destrucción de la articulación subastragalina y de Chopart. B) Artrodesis tibiocalcánea con placa lateral bloqueada.

del peroné endomedular retrógrado a través del calcáneo hasta la tibia para proporcionar una mayor estabilidad adicional y un mayor soporte biológico, que nos aportará una mayor tasa de consolidación de la artrodesis (Figura 4).

Fracaso de prótesis total de tobillo

La prótesis total de tobillo se ha realizado desde la década de los 70 en pacientes seleccionados con artrosis de tobillo en fases avanzadas, artrosis postraumática y artrosis por enfermedades inflamatorias⁽³⁸⁾.

Las prótesis de primera generación estaban asociadas a altas tasas de revisión o artrodesis, un 72% a los 10 años⁽⁶⁾. Estas prótesis han evolucionado, pero continúan teniendo tasas de fracaso hasta de un 10% a los 5 años⁽³⁹⁾, siendo las principales causas el hundimiento, el aflojamiento, la mala alineación, la infección, las complicaciones de los tejidos blandos, el pinzamiento con el peroné, la luxación de los componentes y el desequilibrio de los tejidos blandos articulares.

Las posibles soluciones para una prótesis fallida son la amputación, la revisión con la implantación de una nueva prótesis o la artrodesis. La artrodesis proporciona una extremidad estable, libre de dolor y tiene unos resultados más predecibles.

El incluir la articulación subastragalina en la artrodesis del tobillo va a depender de si existe o no compromiso de ella y si se dispone de suficiente astrágalo para la realización de la fijación.



Cuando la causa del fracaso es la infección, el procedimiento debe realizarse en dos tiempos; uno en el cual se retira la prótesis, se desbrida la articulación y se deja un espaciador de cemento, pudiéndose estabilizar con un fijador externo si fuera preciso. Posteriormente, cuando la infección haya sido erradicada, se realiza la artrodesis, ya sea con fijación externa o interna y el uso de injerto óseo⁽⁴⁰⁾. Otra opción es la compresión del defecto óseo y el posterior alargamiento con el mismo fijador externo mediante la corticotomía de la tibia y el peroné⁽⁸⁾.

Si la causa del fracaso de la prótesis no es la infección, se puede realizar la artrodesis en un solo tiempo. No se recomienda la fijación aislada con tornillos, dado los malos resultados que presenta. La fijación interna podría ser con placa o clavos retrógrados, obteniéndose buenos resultados con los dos procedimientos⁽⁸⁾. La fijación externa presenta tasas de consolidación del 62%^(41,42), mientras que los clavos endomedulares ofrecen tasas de consolidación del 81%⁽⁴³⁾.

Se ha publicado tanto el uso de autoinjertos y aloinjertos como implantes metálicos trabeculares^(7,32) para el tratamiento de la pérdida de hueso que se presenta cuando se retiran los componentes protésicos.

Son múltiples las técnicas que se han publicado para realizar la artrodesis en prótesis fallidas. El planeamiento de la cirugía va a depender de las condiciones de cada caso. Si la artrodesis puede ser tibioastragalina aislada, puede efectuarse un acceso anterior para retirar la

prótesis, colocar el injerto óseo y realizar la fijación con placas anteriores o tornillos. Si se debe realizar una artrodesis tibiotarsoalcalcánea es preferible el acceso lateral, a través del cual se puede retirar correctamente la prótesis, colocar el injerto estructurado y realizar la fijación con placa lateral o clavo retrógrado (Figura 5).

Necrosis del astrágalo

La necrosis del astrágalo puede ser ocasionada por causas traumáticas, no traumáticas o idiopáticas, siendo las causas traumáticas las más frecuentes (75% de los casos –fracturas del cuello del astrágalo o del cuerpo, así como luxaciones–). Hawkins encontró un 53% de necrosis avasculares del astrágalo en 57 pacientes con fractura del cuello del astrágalo en su estudio clásico⁽⁴⁴⁾. Canale y Kelly⁽⁴⁵⁾ obtuvieron resultados similares, con un 52% de necrosis en 71 pacientes. Dentro de las causas no traumáticas (15%) están las enfermedades autoinmunes, el alcoholismo, la anemia drepanocítica, la diálisis, la hemofilia, el linfoma, la hiperuricemia, el uso de medicamentos como esteroides y la quimioterapia⁽⁴⁶⁾.

Los signos de necrosis del astrágalo se pueden ver en las radiografías, aunque de forma más temprana puede apreciarse radiológicamente el signo de Hawkins como signo de tendencia a que no exista una osteonecrosis. La gammagrafía ósea tiene un papel limitado, dado que es más sensible que específica, y en la actualidad

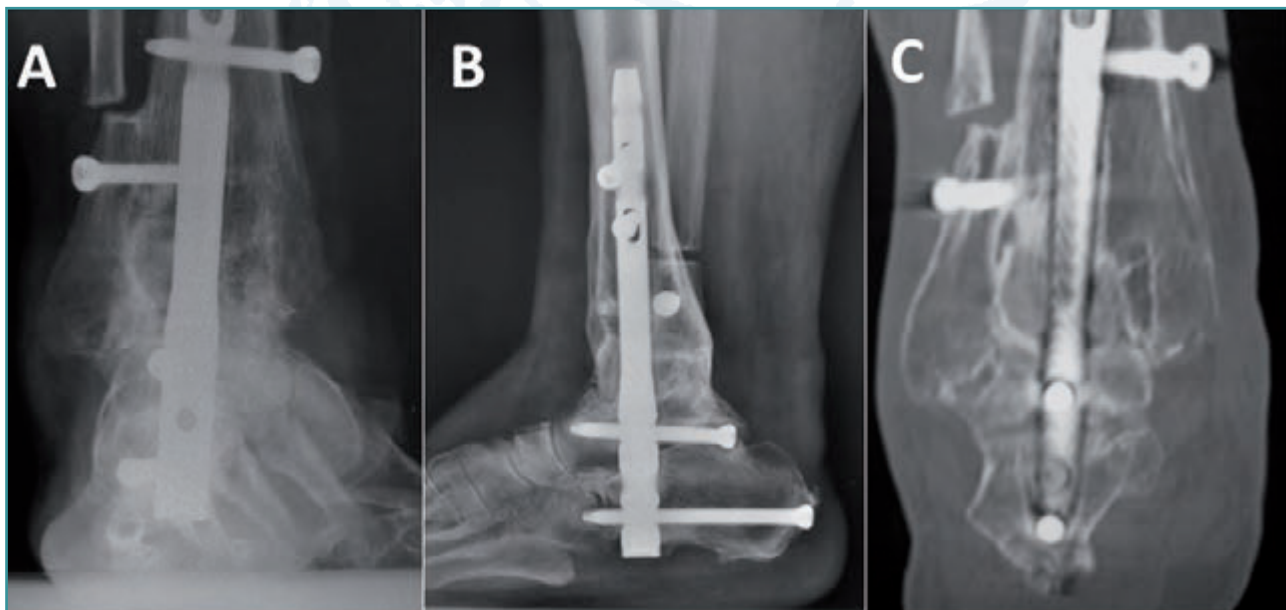


Figura 5. Artrodesis tibioastragalocalcánea con enclavado endomedular retrógrado y aloinjerto estructurado criopreservado de pilón tibial tras extracción de una prótesis de tobillo. A) Radiografía anteroposterior donde se aprecia el bloque óseo integrado y el uso del peroné distal mediante aposición a la pared lateral del tobillo. B) Radiografía lateral de tobillo con clavo retrógrado. C) Imagen de TC donde se comprueba la correcta integración del aloinjerto.





Figura 6. Artrodesis tibioastragalocalcánea en una necrosis avascular postraumática masiva del astrágalo, con el uso de aloinjerto criopreservado combinado con el peroné endomedular y placa lateral bloqueada. **A)** Radiografía lateral donde se aprecia la necrosis avascular masiva del astrágalo a pesar del intento de revascularización mediante una artrodesis subastragalina. **B)** Radiografía anteroposterior con afectación articular tibioastragalina asociada a una pseudoartrosis del maléolo tibial. **C)** Radiografía lateral postoperatoria de la artrodesis. **D)** Radiografía anteroposterior postoperatoria donde se observa la correcta consolidación de la artrodesis y el uso combinado del bloque de aloinjerto y del peroné endomedular.

el mejor método de diagnóstico es la resonancia magnética, la cual es específica y sensible, y además puede detectar la revascularización⁽⁴⁷⁾.

Dependiendo del estadio de necrosis del astrágalo, se han propuesto múltiples manejos, como la prevención del colapso, la descompresión del hueso, injerto vascularizado, autoinjerto y aloinjerto. Pero cuando estos procedimientos fallan o la necrosis se encuentra en un estadio III o IV (con colapso del hueso subcondral o cambios artrósicos)^(48,49), es necesario realizar una artrodesis.

Cuando se dispone de suficiente hueso y no está comprometida la articulación subastragalina es posible

realizar una artrodesis tibioastragalina aislada, la cual, si no existen alteraciones en la alineación, se podría realizar de forma abierta, artroscópica o mínimamente invasiva. Una alternativa es realizar una artrodesis de tipo Blair modificada, la cual tiene como ventaja que conserva la movilidad subastragalina, además de la altura de la extremidad, habiéndose publicado buenos resultados con esta técnica⁽⁵⁰⁾.

En el caso de existir un gran compromiso óseo, es necesario en muchos casos resecar el hueso necrótico. Cuando no queda suficiente hueso para realizar la artrodesis de forma adecuada se debe optar por usar aloinjerto o autoinjerto para realizar una artrodesis tibio-talocalcánea (Figura 6). Cuando realizamos una resección importante del astrágalo se requiere del uso de un aloinjerto de gran tamaño, como lo puede ser el pilón tibial, la cabeza femoral o la cresta ilíaca, pudiéndose asociar además la introducción del peroné endomedular a través del injerto criopreservado para dar un mayor aporte biológico al montaje.

Diferentes métodos de fijación pueden emplearse en estos casos. El uso de un clavo presenta una serie de ventajas: realiza una fijación lejos del área del defecto óseo y, además, en los casos en los que se deja un remanente del astrágalo, el paso del clavo serviría para la descompresión y favorecería la revascularización⁽⁵¹⁾.

En algunos casos se puede efectuar una astragalectomía y una artrodesis tibioalcánea y posterior alargamiento óseo para corregir el acortamiento, como describe Dennison⁽⁵²⁾. También se han publicado trabajos en los cuales se han usado prótesis, pero no hay resultados a largo plazo^(53,54).

Artrodesis en infección del tobillo

Las infecciones del tobillo se producen comúnmente a causa de cirugías previas, heridas, úlceras infectadas, fracturas abiertas o diseminación hematógena. La artritis séptica tiene una incidencia anual de 2-10 por cada 100.000 personas⁽⁵⁵⁾, de las cuales aproximadamente el 3-7% comprometen al pie o al tobillo⁽⁵⁶⁾.

Una artritis séptica no tratada llevará a la destrucción del cartílago y a una artritis acelerada, osteomielitis de la tibia o del astrágalo, discapacidad, sepsis y hasta a la muerte del paciente. El diagnóstico de infección del tobillo (ya sea artritis séptica u osteomielitis) se debe hacer básicamente por la clínica, además de por exámenes complementarios, como el recuento de leucocitos, velocidad de eritrosedimentación y proteína C reactiva. Si se tiene la sospecha de una artritis séptica, se debe realizar una punción articular, lo cual confirmará el diagnóstico. La resonancia magnética nos ayuda

para detectar lesiones de tejidos blandos y colecciones purulentas. La radiografía y la tomografía nos dan una idea del stock óseo con el que contamos para planear nuestras posteriores cirugías. La prueba estándar de oro para el diagnóstico de osteomielitis es la resonancia magnética, que tiene una sensibilidad del 91% y una especificidad del 82%⁽⁵⁷⁾. Algunos autores promueven el uso de la gammagrafía ósea con leucocitos marcados.

El tratamiento quirúrgico inicial de estos pacientes es realizar un desbridamiento amplio, resecaando todo el hueso necrótico o infectado, así como los tejidos blandos. Se deben tomar cultivos y colocar un espaciador de cemento con antibiótico o un rosario de gentamicina, el cual se deja por un periodo de 4-6 semanas. De ser posible, se realizará el cierre primario de los tejidos blandos, pero de no ser así se planeará efectuar un colgajo junto con el servicio de cirugía plástica.

El pie se debe poner en una posición plantigrada y colocar un espaciador lo suficientemente grueso para proporcionar una suficiente estabilidad ligamentosa del tobillo, con lo que evitamos la necesidad de emplear una fijación externa y todas sus incomodidades y complicaciones. De todas formas, puede emplearse un fijador externo para su estabilización en aquellos casos con lesiones de partes blandas que requieran control y curas periódicas.

Se deben tomar posteriormente nuevos cultivos para definir si requiere o no posteriores desbridamientos⁽⁵⁸⁾ y si la infección está resuelta.

Cuando la infección ha sido controlada, se puede realizar la artrodesis, ya sea mediante fijación externa o híbrida (que son las más ampliamente usadas) o con una fijación interna, como se indica en el trabajo de Klouche⁽⁵⁹⁾, con una consolidación del 89,5%, después de 4,8 meses, y la curación de la infección en el 85% de los casos, comparable con los resultados de la fijación externa e híbrida. Con la fijación híbrida se obtiene una curación de la infección en el 86,6% de los pacientes y una fusión del 86,2%. Con la fijación externa la consolidación es del 91,7%⁽⁶⁰⁾.

Fracasos de artrodesis previas

Las artrodesis de tobillo pueden presentar fracasos, ya sean debidos a la falta de fusión, a una inadecuada posición del tobillo, que dificulta la correcta deambulacion, como a los problemas cutáneos que puedan abocar a una infección profunda⁽¹³⁾.

Existen diferentes causas que pueden llevar a una falta de consolidación de la artrodesis; dentro de ellas se encuentran las causas propias del paciente (diabetes, tabaco, osteoporosis, alcohol, antiinflamatorios no

esteroideos, edad, obesidad, cumplimiento de la descarga de la extremidad), los factores locales (infección, vascularización y lesión de partes blandas) y los factores quirúrgicos, que pueden ser mecánicos (estabilidad e insuficiente compresión interfragmentaria) o del propio cirujano⁽⁶¹⁾.

Las faltas de unión mecánicas suelen relacionarse con una inadecuada técnica quirúrgica, ya sea por una incorrecta preparación de las superficies articulares como por una osteosíntesis insuficiente⁽¹³⁾. En estos casos se precisa una revisión quirúrgica, con una correcta preparación de las superficies, el empleo de injerto óseo (siendo recomendable en estos casos el autoinjerto) y una fijación sólida.

Las artrodesis de tobillo pueden presentar una posición incorrecta en el plano sagital (con un excesivo equino del tobillo), en el plano coronal (con un varo o un valgo inadecuados), en el plano transversal (con una rotación interna o externa incorrecta) o una deformidad compleja con la suma de varias de estas alteraciones. La corrección de esta mala posición requiere de un meticuloso estudio radiológico y con TC para valorar las diferentes osteotomías correctoras que se deben realizar para llegar a tener una correcta posición del pie con respecto al eje de la tibia.

Nos podemos encontrar un problema especial en estos fracasos de las artrodesis cuando se ha empleado en la primera cirugía un clavo endomedular retrógrado. En estos casos es necesario retirar el clavo inicial para poder tratar la pseudoartrosis o la mala posición, siendo posteriormente difícil volver a plantearse una nueva fijación con un clavo, debido a la inadecuada estabilidad que nos va a proporcionar, siendo mejor planear la síntesis con una placa lateral. El problema es la falta de un hueso de buena calidad para conseguir la fusión, ya que todo el canal medular de la tibia se encuentra vacío de hueso esponjoso, así como una gran parte central del astrágalo y del calcáneo. Además, esta falta de hueso puede comprometer a la correcta fijación de los tornillos. Para resolver esta situación es útil emplear el peroné endomedular tallado, lo que nos va a asegurar un mejor anclaje de todos los tornillos y va a establecer un puente óseo biológico entre el calcáneo, el astrágalo y la tibia que ayudará a la consolidación final (Figura 7).

Algunos autores prefieren el empleo de fijadores externos circulares para las revisiones de artrodesis, ya que evitan colocar implantes en áreas con infecciones previas, obviando la necesidad de depender de una potencial pobre calidad del hueso que pueda comprometer la fijación del implante interno^(14,15).

Hay que tener presente que una amputación infrcondílea puede ser la única alternativa final para los fracasos recurrentes de artrodesis de tobillo^(13,62).



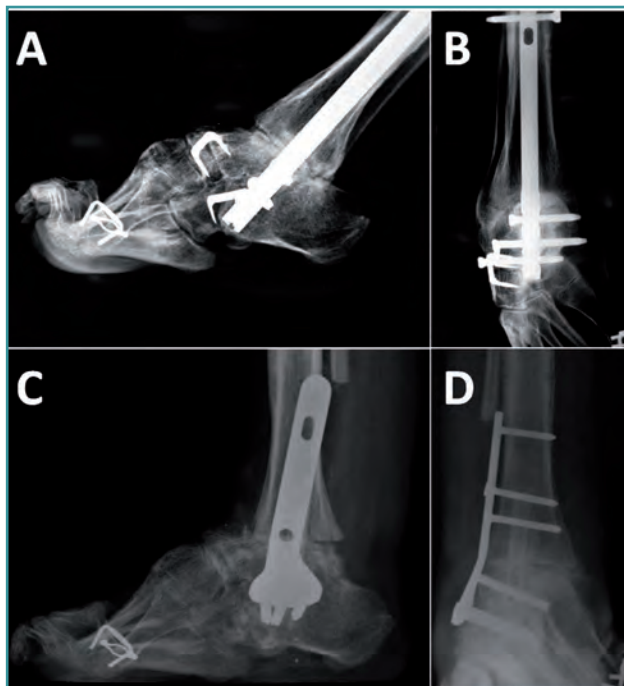


Figura 7. Corrección de una artrodesis tibiaoastragalocalcánea en una incorrecta posición en un paciente con enfermedad de Charcot-Marie-Tooth. **A)** Radiología preoperatoria lateral donde se aprecia la posición en un equinismo importante del tobillo de la artrodesis. **B)** Radiología preoperatoria anteroposterior. **C)** Imagen radiológica lateral postoperatoria con la corrección lograda de la artrodesis tras la extracción del clavo y resección de una cuña anterior y la fijación con una placa lateral bloqueada. **D)** Radiografía postoperatoria anteroposterior donde se aprecia el uso del peroné endomedular para rellenar la cavidad dejada al extraer el clavo endomedular.

Tumores óseos del tobillo

El extremo distal de la tibia y el peroné son lugares comunes para tumores primarios. Habitualmente, el tratamiento de los tumores malignos del tobillo consiste en la amputación por debajo de la rodilla, por las dificultades que los salvamentos representan debido a las amplias resecciones, dificultad de cobertura de los tejidos blandos y dificultad de conseguir amplios márgenes de resección. Pero, teniendo en cuenta los avances en el tratamiento coadyuvante de las lesiones tumorales, como la quimioterapia perioperatoria y los avances en las técnicas de transferencia de tejido libre vascularizado, la cirugía conservadora de la extremidad en los tumores benignos y malignos agresivos sobre el tobillo se ha vuelto más factible.

La cirugía de salvamento está indicada en tumores óseos benignos y tiene que ser considerada en pacientes que rechazan la amputación. Las opciones de reconstrucción de la tibia distal incluyen las endoprótesis,

aloinjertos osteoarticulares, artrodesis de tobillo con el uso de autoinjertos óseos libres o vascularizados y artrodesis con aloinjertos⁽⁶³⁾.

Hay pocas referencias en la literatura sobre esto. Abudu⁽⁶⁴⁾ usó prótesis semiconstreñidas con no muy buenos resultados, por problemas biomecánicos y de infección. Los aloinjertos osteoarticulares no son utilizados con frecuencia por las dificultades para conseguir estabilidad de la articulación y el fallo del procedimiento, por lo que la artrodesis del tobillo es la opción más usada para este tipo de salvamento.

Algunos autores han propuesto recientemente la artrodesis de tobillo como alternativa a la amputación en pacientes con tumores óseos de la tibia distal⁽²¹⁾, dado que presenta las ventajas de restaurar la continuidad del esqueleto, proporcionar una excelente estabilidad y evitar problemas relacionados con las prótesis.

Estas situaciones son complejas y límite, y requieren la resección de toda la tumoración de la tibia y el empleo de injerto óseo masivo (ya sea aloinjerto, autoinjerto vascularizado o no, o combinaciones de los mismos) para una artrodesis tibiototalcalcánea con clavo endomedular. En algunos casos proponen utilizar el tercio distal del peroné para medializarlo y colocarlo a modo de puente óseo entre la tibia distal y el astrágalo⁽⁶⁵⁾.

Enfermedades neurológicas

De todas las enfermedades neurológicas congénitas que provocan importantes deformidades a nivel del pie y del tobillo, probablemente sea la enfermedad de Charcot-Marie-Tooth la que más frecuentemente vemos en nuestro medio y cuya deformidad más típica es el pie equino-cavo-varo rígido; mientras que dentro de las enfermedades neurológicas adquiridas la más frecuente sería la poliomielitis, con deformidades bastante similares.

Estas enfermedades neurológicas suelen provocar deformidades osteoarticulares complejas del retropié con un pie cavo-varo, secundarias a una alteración y desequilibrio motor musculotendinoso, que en algunas ocasiones pueden llegar a provocar una destrucción degenerativa de la articulación del tobillo, lo que nos va a obligar a plantear realizar una artrodesis tibiototalcalcánea o una panartrodesis para lograr colocar el pie en una posición plantígrada que permita una adecuada deambulación^(66,67). Para ello hay que planificar realizar, junto con la artrodesis de tobillo, las tenotomías y osteotomías necesarias para conseguir un correcto posicionamiento del tobillo y del retropié⁽⁶⁷⁾.

Otra alternativa es realizar el tratamiento quirúrgico en dos tiempos (Figura 8). En una primera cirugía se

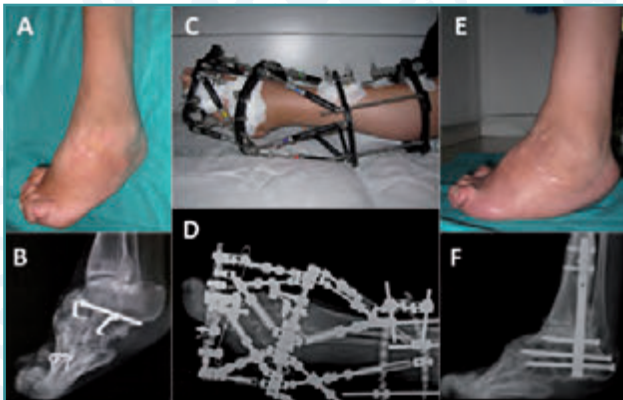


Figura 8. Arthrodesis de tobillo en dos tiempos en un paciente con enfermedad neurológica congénita de Charcot-Marie-Tooth. **A)** Deformidad neurológica del tobillo y retropié en equino-varo-adocto. **B)** Radiografía lateral donde se aprecia el importante equinismo y la afectación del tobillo. **C)** Colocación de un fijador circular (Taylor Spatial Frame®. Smith & Nephew) para la corrección gradual de la deformidad. **D)** Imagen radiológica con el fijador colocado. **E)** Posición final del tobillo tras la artrodesis de tobillo en un segundo tiempo. **F)** Radiografía lateral con la artrodesis tibiotalocalcánea consolidada en una correcta posición mediante un clavado retrógrado.

realizan las osteotomías y tenotomías adecuadas y se implanta un fijador externo circular para una corrección gradual de la deformidad en los tres planos del espacio. Una vez conseguida la corrección final se efectúa el segundo tiempo mediante una artrodesis tibiotalocalcánea, pudiéndose emplear un clavo retrógrado o una placa bloqueada lateral para su estabilización.

Bibliografía

- Albert E. Beitrage zur operative chirurgie. Zur resektion des kniegeelenkes. Wien Med Press 1879; 20: 705-8.
- Abidi N, Gruen G, Conti S. Ankle arthrodesis: indications and techniques. J Am Acad Orthop Surg 2000; 8 (3): 200-9.
- Kelly I, Nunley J. Treatment of stage 4 adult acquired flatfoot. Foot Ankle Clin 2001; 6 (1): 167-78.
- Haddad S, Mann R. Flatfoot deformity in adults. En: Coughlin M, Mann R, Saltzman C (eds.). Surgery of the foot and ankle. 8th edition. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2007: 1007-86.
- Wapner K. Salvage of failed and infected total ankle replacements with fusion. Instr Course Lect 2002; 51: 153-7.
- Gougoulas NE, Khanna A, Maffulli N. History and evolution in total ankle arthroplasty. Br Med Bull 2009; 89: 111-51.
- Thomason K, Eyres KS. A technique of fusion for failed total replacement of the ankle: Tibio allograft calcaneal fusion with a locked retrograde intramedullary nail. J Bone Joint Surg (Br) 2008; 90 (1): 85-8.
- Kotnis R, Pasapula C, Anwar F, Cook PH, Sharp RJ. The management of failed ankle replacement. J Bone Joint Surg (Br) 2006; 88 (8): 1039-47.
- Hopgood P, Kumar R, Wood P. Ankle arthrodesis for failed total ankle replacement. J Bone Joint Surg (Br) 2006; 88 (8): 1032-8.
- Herrera Pérez M, Valderrábano V, Herrera Navarro L, Pais Brito JL. Rescate de prótesis total de tobillo mediante novedosa técnica de utilización del peroné autólogo como injerto estructural. Rev Pie Tobillo 2013; 27 (1): 14-7.
- Adelaar R, Madrian J. Avascular necrosis of the talus. Orthop Clin North Am 2004; 35 (3): 385-95.
- Van Bergeyk A, Stotler W, Beals T, Manoli A 2nd. Functional outcome after modified Blair tibiotalar arthrodesis for talar osteonecrosis. Foot Ankle Int 2003; 24 (10): 765-70.
- Raikin SM, Rampuri V. An approach to the failed ankle arthrodesis. Foot Ankle Clin 2008; 13 (3): 401-16.
- Katsenis D, Bhavne A, Paley D, Herzenberg JE. Treatment of malunion and nonunion at the site of an ankle fusion with the Ilizarov apparatus. J Bone Joint Surg (Am) 2005; 87B (2): 302-9.
- Easley M, Montijo H, Wilson J, Fitch RD, Nunley JA 2nd. Revision tibiotalar arthrodesis. J Bone Joint Surg (Am) 2008; 90 (6): 1212-23.
- Caravaggi C, Cimmino M, Caruso S, Dalla Noce S. Intramedullary compressive nail fixation for the treatment of severe Charcot deformity of the ankle and rear foot. J Foot Ankle Surg 2006; 45 (1): 20-4.
- Dalla Paola L, Volpe A, Varotto D, Postorino A, Brocco E, Senesi A, et al. Use of a retrograde nail for ankle arthrodesis in Charcot neuroarthropathy: a limb salvage procedure. Foot Ankle Int 2007; 28 (9): 967-70.
- Bowker JH, Pfeifer MA. Charcot neuroarthropathy of the foot: surgical aspects. En: Johnson JE, Thomson AB (eds.). Levin and O'Neal's The Diabetic Foot. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2008. p. 461-84.
- Kile TA, Donnelly PA, Gehrke JC, Werner ME, Johnson KA. Tibiotalocalcaneal arthrodesis with and intramedullary device. Foot Ankle Int 1994; 15 (12): 669-73.
- Brodsky JW. Management of Charcot joints of the foot and ankle in diabetes. Semin Arthroplasty 1992; 3: 58-62.
- Ahmad J, Raikin SM. Ankle arthrodesis: The simple and the complex. Foot Ankle Clin 2008; 13 (3): 381-400.
- Tejero García S, Carranza Bencano A, Fernández Torres JJ, Castillo Blanco G, Alegrete Parra A, Fernández Velázquez JR, García Parra P. Arthrodesis tibiotalocalcánea con clavo retrógrado mediante cirugía de mínima incisión. Análisis preliminar de una serie de casos. Rev Pie Tobillo 2012; 26 (2): 14-21.
- Colman A, Pomeroy G. Transfibular ankle arthrodesis with rigid internal fixation: an assessment of outcome. Foot Ankle Int 2007; 28 (3): 303-7.
- Hammit MD, Hobgood ER, Tarquinio TA. Midline posterior approach to the ankle and hindfoot. Foot Ankle Int 2006; 27 (9): 711-5.
- Taylor GI, Pan WR. Angiosomes of the leg: anatomic study and clinical implications. Plast Reconstr Surg 1998; 102 (3): 599-16.



26. Fetter N, DeOrío J. Posterior approach with fibular preservation for tibiototalcalcaneal arthrodesis with an intramedullary nail. *Foot Ankle Int* 2012; 33 (9): 746-9.
27. Nickisch F, Avilucea F, Beals T, Saltzman C. Open posterior approach for tibiototal arthrodesis. *Foot Ankle Clin* 2011; 16 (1): 103-14.
28. García-Navas FM. Reconstrucción del tobillo neuroartropático mediante artrodesis con interposición de cabeza femoral alogénica. Caso clínico. *Rev Pie Tobillo* 2012; 26 (2): 51-5.
29. Cuttica DJ, Hyer CF. Femoral head allograft for tibiototalcalcaneal fusion using a cup and cone reamer technique. *J Foot Ankle Surg* 2011; 50 (1): 126-9.
30. Smith JT, Chiodo CP, Singh SK, Wilson MG. Open ankle arthrodesis with a fibular-sparing technique. *Foot Ankle Int* 2013; 34 (4): 557-62.
31. Jeong ST, Park HB, Hwang SC, Kim DH, Nam DC. Use of intramedullary nonvascularized fibular graft with external fixation for revisional Charcot ankle fusion: a case report. *J Foot Ankle Surg* 2012; 51 (2): 249-53.
32. Henricson A, Rydholm U. Use of a trabecular metal implant in ankle arthrodesis after failed total ankle replacement. *Acta Orthop* 2010; 81 (6): 747-9.
33. Wukich DK, Sung W. Charcot arthropathy of the foot and ankle: modern concepts and management review. *J Diabetes Complications* 2009; 23 (6): 409-26.
34. Schon LC, Easley ME, Weinfeld SB. Charcot neuroarthropathy of the foot and the ankle. *Clin Orthop Relat Res* 1998; 349: 116-31.
35. Dalla Paola L, Volpe A, Varotto D, Postorino A, Brocco E, Senesi A, et al. Use of a retrograde nail for ankle arthrodesis in Charcot neuroarthropathy: a limb salvage procedure. *Foot Ankle Int* 2007; 28 (9): 967-70.
36. Fabrin J, Larsen K, Holstein P. Arthrodesis with external fixation in the unstable or misaligned Charcot ankle in patients with diabetes mellitus. *Int J Low Extrem Wounds* 2007; 6 (2): 102-7.
37. Myerson M, Alvarez R, Lam P. Tibiocalcaneal arthrodesis for the management of severe ankle and hindfoot deformities. *Foot Ankle Int* 2000; 21 (8): 643-50.
38. Lord G, Marotte JH. Total ankle prosthesis. Technic and 1st results. Apropos of 12 cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1973; 59 (2): 139-51.
39. Gougoulias N, Khanna A, Maffulli N. How successful are current ankle replacements? A systematic review of the literature. *Clin Orthop Relat Res* 2010; 468: 199-208.
40. Zarutsky E, Rush S, Schuberth J. The use of circular wire external fixation in the treatment of salvage ankle arthrodesis. *J Foot Ankle Surg* 2005; 44 (1): 22-31.
41. Chuinard E, Peterson R. Distraction compression bone graft arthrodesis of the ankle: a method especially applicable in children. *J Bone Joint Surg (Am)* 1963; 45-A: 481-90.
42. Carlsson AS, Montgomery F, Besjakov J. Arthrodesis of the ankle secondary to replacement. *Foot Ankle Int* 1998; 19 (4): 240-5.
43. Anderson T, Rydholm U, Besjakov J, Montgomery F, Carlsson Å. Tibiototalcalcaneal fusion using retrograde intramedullary nails as a salvage procedure for failed total ankle prostheses in rheumatoid arthritis: A report on sixteen cases. *Foot Ankle Surg* 2005; 11 (3): 143-7.
44. Hawkins LG. Fractures of the neck of the talus. *J Bone Joint Surg (Am)* 1970; 52 (5): 991-1002.
45. Canale ST, Kelly FB. Fractures of the neck of the talus. *J Bone Joint Surg (Am)* 1978; 60 (2): 143-56.
46. Adelaar R, Madrian J. Avascular necrosis of the talus. *Orthop Clin North Am* 2004; 35 (3): 383-95.
47. Chiodo C, Herbst S. Osteonecrosis of the talus. *Foot Ankle Clin* 2004; 9 (4): 745-55.
48. Mont MA, Schon LC, Hungerford MW, Hungerford DS. Avascular necrosis of the talus treated by core decompression. *J Bone Joint Surg (Br)* 1996; 78 (5): 827-30.
49. Ficat RP. Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg (Br)* 1985; 67 (1): 3-9.
50. Ross J, Rush S, Todd N, Jennings M. Modified Blair tibiototal arthrodesis for post-traumatic avascular necrosis of the talus: A case report. *J Foot Ankle Surg* 2013; 52 (6): 776-80.
51. DeVries J, Philbin T, Hyer C. Retrograde intramedullary nail arthrodesis for avascular necrosis of the talus. *Foot Ankle Int* 2010; 31 (11): 965-72.
52. Dennison G, Pool R, Simonis R, Singh B. Tibiocalcaneal fusion for avascular necrosis of the talus. *J Bone Joint Surg (Br)* 2001; 83 (2): 199-203.
53. Harnroongroj T, Vanadurongwan V. The talar body prosthesis. *J Bone Joint Surg (Am)* 1997; 79 (9): 1313-21.
54. Keun L, Sang C, Sung J, Myung K. Total ankle arthroplasty following revascularization of avascular necrosis of the talar body: Two case reports and literature review. *Foot Ankle Int* 2008; 29 (8): 852-8.
55. Kaandorp CJ, Dinant HJ, van de Laar MA, Moens HJ, Prins AP, Dijkmans BA. Incidence and sources of native and prosthetic joint infection: A community based prospective survey. *Ann Rheum Dis* 1997; 56 (8): 470-5.
56. Vispo Seara JL, Barthel T, Schmitz H, Eulert J. Arthroscopic treatment of septic joints: Prognostic factors. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002; 122 (4): 204-11.
57. Matowe L, Gilbert F. How to synthesize evidence for imaging guidelines. *Clin Radiol* 2004; 59 (1): 63-8.
58. Baumhauer J, Lu AP, DiGiovanni B. Arthrodesis of the infected ankle and subtalar joint. *Foot Ankle* 2002; 7 (1): 175-90.
59. Klouche S, El-Masri F, Graff W, Mamoudy P. Arthrodesis with internal fixation of the infected ankle. *J Foot Ankle Surg* 2011; 50 (1): 25-30.
60. El-Alfy B. Arthrodesis of the ankle joint by Ilizarov external fixator in patients with infection or poor bone stock. *Foot Ankle Surg* 2010; 16 (2): 96-100.
61. Thevendran G, Younger A, Pinney S. Current concepts review: Risk factors for nonunions in foot and ankle arthrodeses. *Foot Ankle Int* 2012; 33 (11): 1031-40.
62. DeVries JG, Berlet GC, Hyer CF. Predictive risk assessment for major amputation after tibiototalcalcaneal arthrodesis. *Foot Ankle Int* 2013; 34 (6): 846-50.

63. Campanacci DA, Scocciati G, Beltrami G, Mugnaini M, Capanna R. Ankle arthrodesis with bone graft after distal tibia resection for bone tumors. *Foot Ankle Int* 2008; 29 (10): 1031-7.
64. Abudu A, Grimer RJ, Tillman RM, Carter SR. Endoprosthesis replacement of the distal tibia and ankle joint for aggressive bone tumours. *Int Orthop* 1999; 23 (5): 291-4.
65. Kundu ZS, Gogna P, Gupta V, Singla R, Sangwan SS, Mohindra M, Singh A. Ankle fusion with centralisation of the fibula after distal tibia bone tumour resection. *J Orthop Traumatol* 2013 Dec 15. [Epub ahead of print].
66. Tan BY, Chuan SY, Chong KW, Rikhranj IS. Tibiototalcalcaneal arthrodesis in a Singaporean hospital. *J Orthop Surg* 2013; 21 (1): 51-4.
67. Guyton GP. Current concepts review: Orthopaedic aspects of Charcot-Marie-Tooth disease. *Foot Ankle Int* 2006; 27 (11): 1003-10.

