

CONSIDERACIONES ESPECIALES EN EL TRATAMIENTO DEL PIE CAVO VARO NEUROLÓGICO

P. Martínez de Albornoz Torrente¹, A. Oller Boix¹, M. Monteagudo de la Rosa^{1,2}

¹ Hospital Universitario Quirónsalud Madrid

² Facultad de Medicina. Universidad Europea de Madrid

8

Introducción

El pie cavo es el resultado de complejas deformidades, causadas por el desequilibrio muscular y que conducen a cambios estructurales en el pie. No existe un prototipo único de presentación del pie cavo, ya que cavo, cavo varo, cavo aducto varo y cavo equino varo son todas formas diferentes de deformidades estructurales asociadas a un desequilibrio muscular y contractura de los tejidos blandos^(1,2). En el concepto del pie cavo existe un amplio espectro de la gravedad de la deformidad, incluso dentro de cada uno de los subtipos anteriores. En la literatura hay referencias al pie cavo leve o sutil, los cuales parecen ser idiopáticos^(3,4) y al pie cavo severo, que es fácil de identificar.

Las claves para identificar y comprender estas deformidades se basan en los principios directos de la exploración clínica: reconocer el grado de flexibilidad o rigidez del retropié, el mediopié y el antepié, los cambios estructurales del pie, el vértice de cada una de estas deformidades por separado y el desequilibrio muscular inherente que es la causa de cada deformidad neurológica del pie cavo⁽⁵⁾. El tratamiento está determinado por el reconocimiento de estas variables.

El manejo del pie cavo no tiene por qué ser complicado siempre que se comprenda este desequilibrio muscular y el papel de la corrección en múltiples planos localizando el vértice de cada deformidad estructural. La corrección de la deformidad en el pie cavo neuromuscular se basará por tanto en las osteotomías o artrodesis y en el equilibrio de las fuerzas musculares deformantes mediante liberaciones y transferencias tendinosas⁽⁶⁾.

Este capítulo se centrará en las deformidades neurológicas del pie cavo y los principios de la corrección de la deformidad. Los fundamentos del manejo se pueden sintetizar en los siguientes puntos:



<https://doi.org/10.24129/j.mact.1401.fs2205009>

© 2023 SEMCPT. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com).

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

- Mejorar el desequilibrio muscular mediante transferencias de tendones.
- Puede ser necesaria una tenotomía del tendón tibial posterior si hay una fibrosis/contractura severa del pie y el tobillo.
- Considerar la liberación de la fascia plantar.
- Localizar el vértice de la/s deformidad/es donde se realizarán las osteotomías o artrodesis.
- Considerar la osteotomía del calcáneo triplanar además de la artrodesis del retropié.
- Valorar la resección de la base del quinto metatarsiano combinada con la triple artrodesis o artrodesis pantalar para corregir la deformidad fija en varo del mediopié.

Estrategia quirúrgica

En la deformidad neurológica del pie cavo, a medida que el talón se desplaza en varo, el primer metatarsiano tiene que compensar la posición del retropié cayendo en equino y así intentar mantener el antepié en una posición plantigrada. Esta posición en equino del primer metatarsiano se perpetúa y agrava por la contractura de la fascia plantar, y en los casos en que hay debilidad del músculo tibial anterior como en la enfermedad de Charcot-Marie-Tooth (CMT), el equino del primer metatarsiano incluso empeora. En este contexto, existe en particular una atrofia de la musculatura intrínseca del pie, con lo que la deformidad del antepié es más llamativa.

Igualmente, en la deformidad neurológica del pie cavo existe frecuentemente un desequilibrio muscular entre grupos más débiles, como el músculo peroneo lateral largo y el tibial anterior, y músculos más fuertes como el tibial posterior. En grados de deformidad más severos, existe una debilidad acentuada del peroneo lateral corto y una mayor contractura de los músculos gastrocnemio y sóleo. Comprender esto será muy útil para planificar los cambios estructurales en el pie⁽⁷⁾.

En línea con estos cambios y tras la evaluación adecuada de la fuerza muscular, para corregir con éxito la deformidad estructural del pie cavo se deberá realizar un correcto equilibrio tendinoso, mediante la liberación de cualquier tejido contraído, como por ejemplo la liberación de la fascia plantar previa a la osteotomía del calcáneo, o la

preparación del tibial posterior para una transferencia. Si bien este concepto es fácil de entender en el marco de los procedimientos de preservación articular para una deformidad flexible, a menudo se pasa por alto al tratar una deformidad rígida. Li y Myerson⁽²⁾ observaron que, sin un equilibrio adecuado de los tejidos blandos, era probable que los procedimientos óseos por sí solos fracasaran a largo plazo.

Para planificar los gestos quirúrgicos a nivel óseo es importante saber localizar el vértice (ápex) en el plano sagital. Reconocer si se encuentra en la parte media del pie o en el retropié, o en ambos, determinará la ubicación y el tipo de procedimiento. El cirujano tiene que conocer que cualquier gesto que se haga para corregir un plano de deformidad tendrá un impacto en el resto del pie.

Se puede abordar de manera simplificada la corrección de la deformidad del pie cavo en función de la flexibilidad del pie y la gravedad de la deformidad:

1. En un pie cavo flexible asociado a una deformidad leve, donde la articulación subastragalina es fácilmente corregible a neutro, hay una leve deformidad en equino del antepié y no hay aducto varo fijo, se puede corregir mediante la combinación de: a) liberación de la fascia plantar; b) una osteotomía del calcáneo; y valorar si merece la pena c) una transferencia del peroneo lateral largo al corto. Posteriormente, se pueden añadir gestos en el medio- y el antepié si persisten las deformidades. Estos gestos quirúrgicos incluirían: una osteotomía en cuña de cierre dorsal del primer metatarsiano, una artrodesis de la primera articulación tarsometatarsiana (TMT) o una osteotomía en cuña de cierre dorsal de la cuña medial. A menudo coexiste una deformidad en equino de la cadena flexora posterior, por lo que puede ser necesario un alargamiento del gastrocnemio medio. El alargamiento percutáneo del tendón de Aquiles en estos casos suele ser excepcional.
2. En un pie cavo con una deformidad moderada, debemos reconocer que la deformidad del cavo del mediopié es mayor y menos flexible, lo que conlleva una mayor supinación y aducto del mediopié. Esta supinación y aducto provocan una carga excesiva a lo

largo de la columna externa del pie y a lo largo del quinto metatarsiano. Si el aducto varo es leve, una transferencia del tendón tibial posterior es inusual e innecesaria. A menos que el cavo sea causado por una enfermedad de CMT asociada con un pie caído, en cuyo caso el tendón tibial posterior se transfiere a través de la membrana interósea a la parte media del pie. El punto más importante para corregir una deformidad moderada con ápex en el mediopié es una osteotomía-artrodesis del mediopié.

3. En un pie cavo con una deformidad severa, la secuencia de pasos incluye el mismo enfoque que se describió anteriormente, pero los gestos óseos precisarán de una triple artrodesis modelante para conseguir un pie plantigrado con una correcta redistribución de los puntos de presión en el apoyo. En ocasiones, se necesita una reparación del peroneo lateral corto y una reconstrucción del ligamento lateral del tobillo para equilibrar las fuerzas. Si bien es cierto que muchas de las inestabilidades quedan solventadas solo con gestos óseos si se consigue una correcta alineación.

Hay que tener cuidado con correcciones severas en un solo tiempo quirúrgico, donde las estructuras vasculonerviosas mediales pudieran verse comprometidas. En tales casos, es preferible una corrección más lenta y secuencial.

Resulta relativamente fácil distinguir entre una deformidad leve y una severa; quizás la dificultad radica en el abordaje para corregir una deformidad moderada, donde el retropié parece ser corregible/flexible en el test de Coleman y



Figura 1. Caso de pie cavo varo (PCV) severo bilateral. Reconstrucción del PCV derecho. Estudios de radiografías en carga dorsoplantar y lateral. Reconstrucción en 3D de la tomografía computarizada.

uno trata de evitar una artrodesis con resultados más inciertos.

Al tratarse de deformidades complejas en los 3 planos del espacio, hoy en día contamos con sistemas de reconstrucción en 3D gracias a la tomografía computarizada (TC) que nos permiten comprender las deformidades de un modo más visual (**Figura 1**). Además, contamos con las impresiones en 3D que permiten no solo manejar físicamente el pie, sino además planificar las osteotomías con total exactitud: el punto de corte, la angulación, la rotación y los milímetros de cuñas de sustracción.

Técnicas quirúrgicas para la corrección del pie cavo varo neurológico

Pie cavo parcialmente flexible: corrección del mediopié

Como se ha comentado previamente, en el pie cavo con una deformidad moderada, el ápex de la deformidad se localiza en el mediopié, el cual

es menos flexible y provoca una deformidad resultante en supinación y aducto.

En estos casos están indicadas aquellas osteotomías correctoras alrededor de las articulaciones del Lisfranc o en las cuñas.

Desafortunadamente, suelen provocar un acortamiento del antepié y existe un porcentaje no desdeñable de pseudoartrosis.

Se han descrito distintos tipos de osteotomías en esta zona con resultados variables:

- La osteotomía de cierre del mediopié o en cuña truncada de Jahss⁽⁸⁾ que se efectúa a través de la articulación de Lisfranc. Está indicada en aquellos pies con una excesiva plantarización de todos los metatarsos y se realiza una osteotomía de sustracción con base dorsal y lateral a lo largo de la articulación de Lisfranc. No existen muchos trabajos publicados, dado que es una osteotomía con alto riesgo de no unión, puede provocar una deformidad en plano y además tiene el inconveniente de acortar bastante el pie.
- La osteotomía en V de Japas⁽⁹⁾ tiene como vértice el escafoides y de ahí parte la vertiente interna a la primera cuña y la externa al cuboides. Como ventajas, evita la articulación de Lisfranc, se reseca menor cantidad de hueso y es más estable. En el último estudio prospectivo publicado, los autores Chatterjee *et al.*⁽¹⁰⁾ describen una serie de 18 pacientes adolescentes con pies cavos parapléjicos manejados mediante osteotomía de Japas. Obtuvieron 14 buenos resultados y los 4 pies restantes fueron rescatados mediante una triple artrodesis.
- La osteotomía de Cole se realiza a través de las articulaciones escafo-cuneanas y del cuboides, reseca una cuña de base dorsal. Preserva las articulaciones de Lisfranc y Chopart. Con esta técnica, Giannini *et al.*⁽¹¹⁾ obtuvieron excelentes o buenos resultados en el 72% de los casos.
- La osteotomía en cúpula mediotarsiana (entre los 3 cuneiformes, cuboides y quinto metatarsiano) con cuña dorsal de Akron⁽¹²⁾ permite corregir la deformidad del antepié con una mínima pérdida de movilidad y ofrece una amplia superficie que facilita la consolidación. Los autores obtuvieron resultados satisfactorios en 15 de los 16 pies intervenidos (94%).

Pie cavo rígido: corrección del retro- y el mediopié

La triple artrodesis modelante es una técnica eficaz y fiable para resolver casos complejos de deformidades rígidas y en diferentes planos. Existen varias técnicas de triple artrodesis descritas en la literatura.

La descripción original se atribuye a Hoke⁽¹³⁾. En su descripción de la técnica, Hoke⁽¹³⁾ utilizó una incisión lateral y fusionaba solo las articulaciones subastragalina y talonavicular. Describió hacer un corte a través del cuello del astrágalo y extraer la cabeza y el cuello para prepararlos para la artrodesis. La osteotomía del cuello tenía que ser de sustracción para corregir la deformidad en equino llevando a flexión dorsal todo el medio- y el antepié colapsándolos con el cuerpo del astrágalo.

La técnica de Ryserson⁽¹⁴⁾ consistía en la resección de una cuña ósea de la articulación transversa del tarso para corregir la deformidad del plano transversal o sagital, pero no se conseguía la corrección en otros planos.

La técnica original de Lambrinudi⁽¹⁵⁾ se basaba en realizar un corte en la porción posteroinferior del escafoides y luego un corte oblicuo a través de la cabeza del astrágalo. Su método consistía en la eliminación de una cuña biplanar entre el astrágalo y el calcáneo con una base anterior, lo que limitaba la flexión plantar del pie a un máximo de 10° y corregía el equinismo. La cavidad del escafoides se empotraba en el remanente de la cabeza talar y el mismo gesto de colapso en dorsiflexión se realizaba en la calcaneocuboidea. Con este procedimiento, el autor⁽¹⁵⁾ obtenía una buena estabilidad del pie en posición neutra en el plano coronal en niños. En los primeros informes entre 1927 y 1956 se notificaron resultados satisfactorios en pacientes con una edad media inferior a 18 años. El número de artrodesis de Lambrinudi realizadas ha disminuido lentamente en paralelo al número de casos de poliomielitis.

Debido a que en este tipo de procedimientos la corrección estática era buena pero la movilidad y la dorsiflexión seguían siendo deficientes⁽¹⁶⁾, algunos autores propusieron realizar la transferencia del tibial posterior en el mismo acto quirúrgico⁽¹⁷⁾. Estas 2 técnicas combinadas dieron buenos resultados en la serie de 19 pacientes de Elsner *et al.*⁽¹⁷⁾ indicada en el pie cavo varo severo y caído del adulto.

Myerson⁽¹⁸⁾ describe una triple artrodesis modelante actuando en las articulaciones subtalar, calcaneocuboidea y talonavicular. Una triple artrodesis es una buena opción para la corrección de la deformidad grave del equino varo, dado que se realizan varios cortes en diferentes articulaciones para la corrección de los diferentes planos de deformidad. Es importante confirmar que el rango articular del tobillo está conservado.

Debido a las deformidades severas en varo fijo de la articulación subastragalina y en varo y aducto de la articulación de Chopart, es necesario planificar cuñas de sustracción de mayor tamaño que en una triple artrodesis rutinaria. Los pasos de la triple artrodesis modelante se ilustran en la **Figura 2**.

El procedimiento de la triple artrodesis (**Figura 2**) se puede realizar a través de un abordaje lateral ampliado comenzando en el peroné distal y terminando en la base del cuarto metatarsiano (**Figura 2A**).

Los gestos óseos (**Figura 2B**) comienzan localizando la articulación calcaneocuboidea, donde se reseca una cuña de aproximadamente 8 mm. A continuación, se localizan y desbridan por completo las articulaciones subastragalina y talonavicular. En la articulación

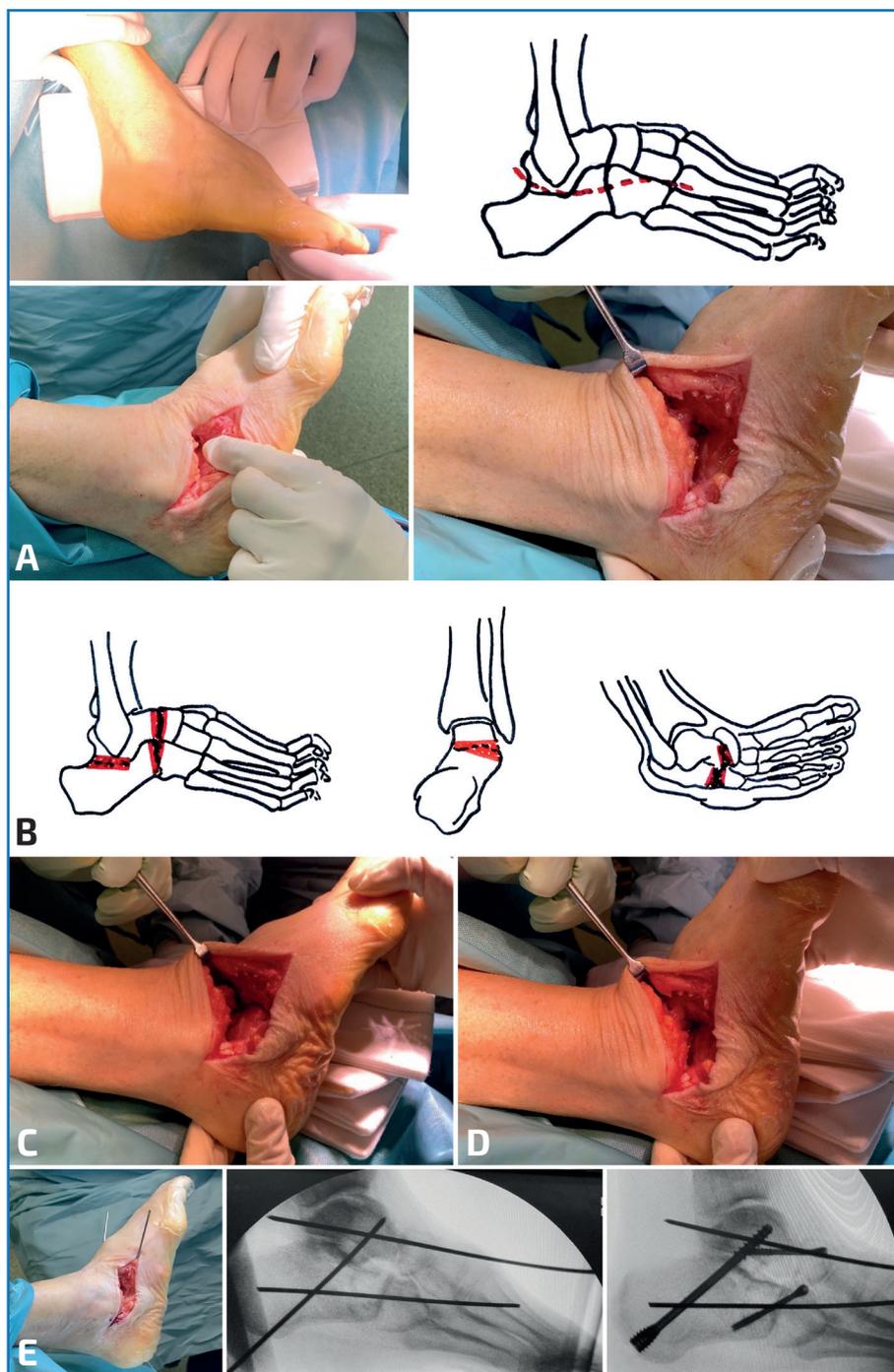


Figura 2. Secuencia quirúrgica: A: abordaje lateral ampliado y localización del seno del tarso y de la articulación calcaneocuboidea (CC); B: planificación y esquema de las osteotomías de sustracción en articulaciones subtalar, talonavicular (TN) y CC; C: realizadas las cuñas de sustracción de la base dorsal de la CC y la TN para corregir el equino del Chopart. La cuña de sustracción de base lateral de la subtalar corregirá el varo; D: posicionamiento plantigrado del retropié y compresión manual previa a la fijación interna. Eje longitudinal de la tibia a 90° con la columna externa del pie; E: en una correcta posición se realiza la fijación de las articulaciones subtalar, CC y TN.

talonavicular se realizará una cuña de sustracción dorsal de los milímetros necesarios hasta corregir el equino del retro- y el mediopié. Una vez que se hayan trabajado bien las 3 articulaciones y se hayan resecado estas cuñas, debería ser relativamente fácil modificar y conseguir un pie en una posición neutra (**Figuras 2C y 2D**). El talón debe colocarse en unos pocos grados de valgo y no debe existir presión residual a lo largo de la columna lateral del pie. La aducción debe corregirse por completo con la resección en cuña de la articulación de Chopart. Un consejo útil es empujar hacia arriba debajo del quinto metatarsiano y el cuboides para corregir la deformidad de supinación en la parte media del pie.

En ocasiones puede ser necesaria una osteotomía del calcáneo además de la artrodesis subastragalina. Es posible que haya que trasladar el calcáneo ligeramente hacia arriba para mejorar el ángulo de cabeceo (*pitch angle*), así como lateralmente si hay algún varo persistente.

Aprovechando la fijación provisional con las agujas, suele ser preferible la fijación final con tornillos (**Figura 2E**). El tamaño, el tipo y la cantidad de tornillos son preferencia del cirujano. La fijación medial dependerá del acceso al navicular. Se puede realizar con tornillos por vía percutánea y, si fuera necesario mejorar la estabilidad, se puede añadir una placa dorsal a la articulación talonavicular que se intenta fusionar.

Corrección del equinismo residual: técnicas en el antepié

Como se ha comentado previamente, cualquier gesto en el retropié tendrá repercusiones en el antepié. A medida que el talón se desplaza en valgo, se produce un aumento de la pronación del antepié, con una mayor flexión plantar del primer metatarsiano, lo que es contraproducente en un pie cavo. Habiendo aclarado que la corrección de la deformidad del pie cavo se hace en el ápex de la deformidad (retro/mediopié), la osteotomía de elevación del primer metatarsiano la utilizaremos solo para deformidades menores o tras la corrección del retropié.

La incisión se realiza en la región dorsal y medial del primer metatarsiano, extendiéndose a la articulación cuneometatarsiana (**Figura 3**). Se despega el periostio y se separa lateralmente el tendón del extensor largo del primer dedo. El cor-

te de la osteotomía se realiza 1 cm distal a la articulación en el hueso metafisario con un corte de sierra oblicuo en el metatarsiano desde distal y dorsal hasta proximal y plantar. Es útil preservar la corteza plantar para mantener la estabilidad, aunque incluso se puede ganar algo de longitud

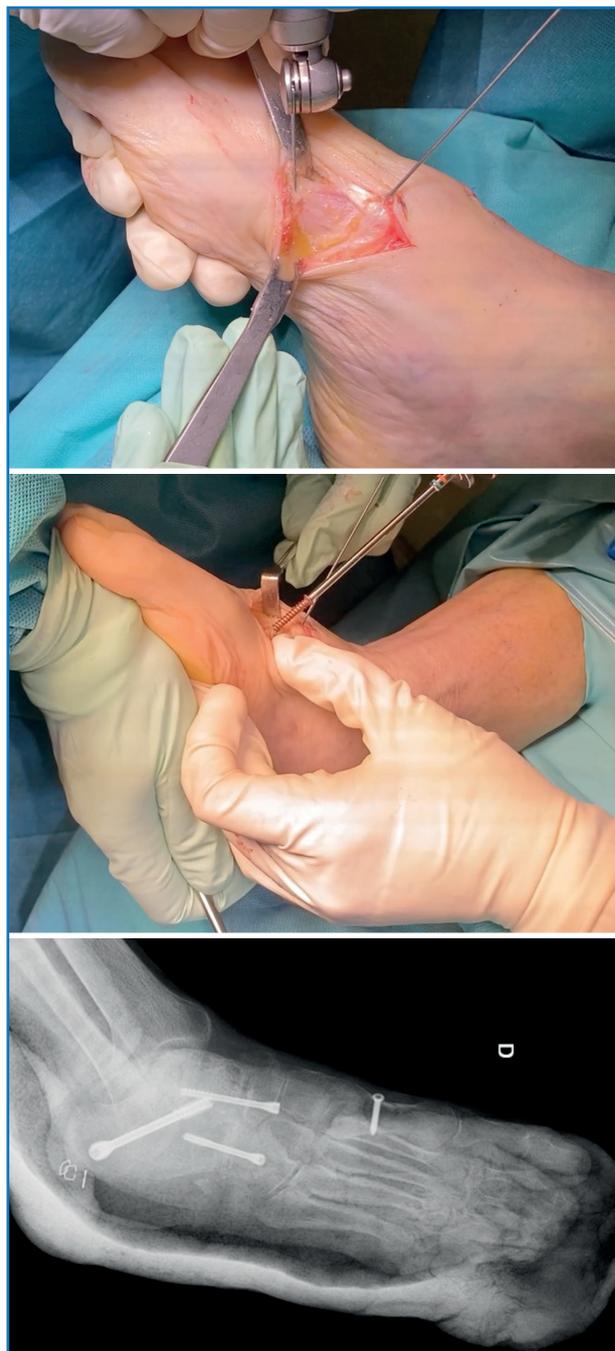


Figura 3. Segundo tiempo quirúrgico: corrección del equino de antepié. Corrección de la plantarización de M1, mediante osteotomía de elevación del primer metatarsiano.

permitiendo que el metatarsiano se desplace distalmente antes de la fijación. Una vez que se ha resecado la cuña ósea, se empuja dorsalmente el primer metatarsiano y se palpa la superficie plantar del antepié con el pie en dorsiflexión máxima. Se puede reseca más hueso a través de la propia osteotomía hasta que se haya extraído una cantidad adecuada de la cuña. La forma más fácil de asegurar esta osteotomía es con un tornillo insertado verticalmente, por lo que se utiliza un corte de osteotomía oblicuo largo. Si el hueso se fractura con la inserción del tornillo, se puede utilizar una placa de 2 orificios.

En el contexto de antepiés con deformidades en garra del *hallux* y radios menores, la osteotomía del primer metatarsiano se puede realizar junto con una artrodesis de la articulación interfalángica del *hallux* y la transferencia del extensor largo del primer dedo al primer metatarsiano (técnica de Jones)⁽¹⁹⁾. En esta situación, primero se debe cortar el extensor largo del primer dedo, liberar la cápsula dorsal de la articulación metatarsofalángica del *hallux* y luego realizar la osteotomía de elevación del primer metatarsiano. Al finalizar la osteotomía, el extensor largo del primer dedo se puede transferir al primer metatarsiano de la parte media del pie para no perder potencia extensora.

Conclusiones

El pie cavo con una deformidad rígida severa suele tratarse con una triple artrodesis modelante, aunque puede ser suficiente una corrección del mediopié en combinación con una osteotomía triplanar del calcáneo.

La triple artrodesis modelante es un buen procedimiento, siempre que el pie esté correctamente equilibrado con osteotomías adicionales si se precisa y mediante las transferencias tendinosas oportunas.

El equilibrio de los tejidos blandos y músculos influye en: a) el resultado final de la corrección completa de la deformidad; y b) previene recidivas de la deformidad en el futuro.

Bibliografía

- Barg A. The cavus foot. *Foot Ankle Clin.* 2019;24(2):xiii-xiv.
- Li S, Myerson MS. Failure of surgical treatment in patients with cavovarus deformity: why does this happen and how do we approach treatment? *Foot Ankle Clin.* 2019;24(2):361-70.
- Brewerton DA, Sandifer PH, Sweetnam DR. Idiopathic. *Pes Cavus Br Med J.* 1963;2(5358):659-61.
- Di Fabio R, Lispi L, Santorelli FM, Castagnoli C, Matrigale A, Dentini A, et al. Idiopathic pes cavus in adults is not associated with neurophysiological impairment in the lower limbs. *Neurol Sci.* 2015 Dec;36(12):2287-90.
- Krause FG, Wing KJ, Younger AS. Neuromuscular issues in cavovarus foot. *Foot Ankle Clin.* 2008;13(2):243-vi.
- Li S, Myerson MS. Managing severe foot and ankle deformities in global humanitarian programs. *Foot Ankle Clin.* 2020;25(2):183-203.
- Aminian A, Sangeorzan BJ. The anatomy of cavus foot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2008;13(2):191-v.
- Jahss MH. Tarsometatarsal truncated-wedge arthrodesis for pes cavus and equinovarus deformity of the fore part of the foot. *J Bone Joint Surg Am.* 1980 Jul;62(5):713-22.
- Japas LM. Surgical treatment of pes cavus by tarsal V-osteotomy. Preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1968 Jul;50(5):927-44.
- Chatterjee P, Sahu MK. A prospective study of Japas' osteotomy in paralytic pes cavus deformity in adolescent feet. *Indian J Orthop.* 2009 Jul;43(3):281-5.
- Giannini S, Ceccarelli F, Benedetti MG, Faldini C, Grandi G. Surgical treatment of adult idiopathic cavus foot with plantar fasciotomy, naviculocuneiform arthrodesis, and cuboid osteotomy. A review of thirty-nine cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A Suppl 2:62-9.
- Wilcox PG, Weiner DS. The Akron midtarsal dome osteotomy in the treatment of rigid pes cavus: a preliminary review. *J Pediatr Orthop.* 1985 May-Jun;5(3):333-8.
- Hoke M. An operation for stabilizing paralytic feet. *J Orthop Surg.* 1921;3:494-507.
- Ryerson EW. Arthrodesing operations on the feet. *J Bone Joint Surg Am.* 1923;5:453-71.
- Lambrinudi C. New operation on drop-foot. *British J Surg.* 1927;15:193-200.
- Bernau A. Long-term results following Lambrinudi arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1977;59-A:473-9.
- Elsner A, Barg A, Stufkens SA, Hintermann B, Lambrinudi arthrodesis with posterior tibialis transfer in adult drop-foot. *Foot Ankle Int.* 2010 Jan;31(1):30-7.
- Mayerson MS, Li S. Cavus Foot. En: Wagner Hirschfeld E, Wagner Hirschfeld P (eds.). *Foot and Ankle Disorders.* Springer Nature Switzerland AG; 2022.
- Jones R. The soldier's foot and the treatment of common deformities of the foot. Part 11. *Br Med J.* 1916 May 27;1(2891):749-53.