

La osteotomía de Weil en el tratamiento de las metatarsalgias de los radios centrales

M.A. Ruiz Ibán, M. de Antonio Fernández, A. Galeote Rivas y M. de Frías González
Hospital Universitario Ramón y Cajal. Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica. Madrid.

Objetivo. Evaluar los resultados de la osteotomía de Weil para el tratamiento y prevención de la metatarsalgia de sobrecarga de los radios centrales del pie.

Material y método. Se revisaron de forma retrospectiva los primeros 42 pacientes consecutivos a los que se les había realizado una o más osteotomías de Weil para el tratamiento o profilaxis de una metatarsalgia de los radios centrales. Dos sujetos no consintieron en participar en el estudio por lo que sólo fueron incluidos 48 pies de 40 sujetos a los que se les realizaron 96 osteotomías. Se revisó la historia clínica y se entrevistó a los pacientes evaluando los resultados estéticos, radiográficos y funcionales con ayuda de la escala para metatarsianos menores e interfalángicas de la Sociedad Americana de Pie y Tobillo (AOFAS) (100 puntos máximo).

Resultados. Considerado como bueno o excelente en el 87,5% de los pies desde el punto de vista funcional y en el 81,3% desde el punto de vista estético. La puntuación final media en la escala de la AOFAS fue de $85 \pm 12,6$ puntos. No aparecieron infecciones o retrasos de consolidación. Un paciente fue reintervenido en el postoperatorio inmediato por una fractura y en cuatro casos se tuvo que retirar el material de osteosíntesis. El 66,7% de los pies presentaban un defecto leve de movilidad metatarsofalángica y en cuatro casos el defecto era grave.

Conclusiones. La osteotomía de Weil es una técnica adecuada y segura para tratar las metatarsalgias de los radios centrales. Tiene inconvenientes relacionados con la intolerancia al material de osteosíntesis y con defectos de movilidad metatarsofalángica.

Palabras clave: metatarsalgia, metatarsianos menores, osteotomía de Weil.

Weil osteotomy in the treatment of central metatarsalgia

Purpose. To assess the results of Weil osteotomy in the treatment and prevention of overload metatarsalgia in the foot's central metatarsals.

Materials and methods. A retrospective examination was performed of the first forty-two consecutive patients who had been subjected to one or more Weil osteotomies for the treatment or prophylaxis of central metatarsalgia. Two subjects refused to be included in the study, which means that only 48 feet were included from 40 subjects who were subjected to 96 osteotomies. All clinical records were studied and the patients were interviewed in order to determine the aesthetic, radiographical and functional results obtained on the basis of the American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS)'s lesser metatarsal and interphalangeal bones' score.

Results. 87.5% of results were considered good or excellent from the functional point of view, with 81.3% being considered good or excellent from the aesthetic point of view. The final score as measured by the AOFAS score was 85 ± 12.6 points. Neither infections nor osseointegration delays were noted. One of the patients was reoperated in the immediate post-op because of a fracture and in four cases the osteosynthesis material had to be retrieved. 66.7% of feet presented with a mild metatarsophalangeal mobility defect. In four patients this defect was serious.

Conclusions. Weil osteotomy is a safe and appropriate technique to address central metatarsalgia. It has drawbacks that stem from intolerance to the osteosynthesis material and to metatarsophalangeal mobility defects.

Key words: metatarsalgia, lesser metatarsals, Weil osteotomy.

Correspondencia:

M.A. Ruiz Ibán.
Servicio de COT. Hospital Universitario Ramón y Cajal.
Ctra. de Colmenar, Km 9,100.
28034 Madrid.

Recibido: septiembre de 2004.

Aceptado: febrero de 2005.

La metatarsalgia de los radios centrales del pie es un problema frecuente que afecta al segundo, al tercer y en ocasiones al cuarto metatarsiano (MT). Puede ser un problema mecánico primario o secundario a una intervención quirúrgica sobre el pie. Característicamente produce dolor plantar asociado a un callo prominente bajo las cabezas de uno o varios MT^{1,2}. El tratamiento conservador consiste en

plantillas de descarga local y modificación del tipo de calzado. Con frecuencia estas intervenciones son insuficientes y se requiere tratamiento quirúrgico. La osteotomía de Weil es una técnica que permite un acortamiento significativo de los metatarsianos y se ha mostrado en los últimos años como una técnica efectiva en el tratamiento de este problema¹⁻⁶. El objetivo de este estudio ha sido analizar de forma retrospectiva los resultados en una serie consecutiva de los primeros sujetos tratados con esta osteotomía en nuestro servicio.

MATERIAL Y MÉTODO

Entre octubre de 2000 y abril de 2003 se intervinieron en nuestro servicio 42 mujeres, 9 de ellas de ambos pies (en total 51 pies), con una técnica de Weil, asociada o no a otro procedimiento, para el tratamiento o prevención de una metatarsalgia de sobrecarga de los radios centrales. De éstos se excluyeron dos casos porque se negaron a participar en el estudio. Un total de 40 mujeres operadas de 48 pies fueron incluidas en el estudio y valoradas clínica y radiológicamente al menos un año tras la intervención. La edad media en el momento de la intervención era de 56,4 años (intervalo 36 a 81 años) y el seguimiento medio fue de 2,3 años (intervalo 2 a 3,8 años). Las intervenciones asociadas o previas y el número de metatarsianos intervenidos se describen en la tabla 1. En 30 casos (62,5%) el problema principal era una metatarsalgia de los radios menores con o sin *hallux valgus* asociado; en 12 casos (25%) la intervención sobre los MT se hacía para la prevención de una metatarsalgia de transferencia tras una cirugía de *hallux valgus*; en 6 casos (12,5%) la deformidad de los dedos en garra o martillo era la causa principal de la intervención. En todos los casos el tratamiento con-

servador con plantillas, ortesis de silicona y modificaciones del calzado había fracasado. Preoperatoriamente 37 pies tenían una fórmula metatarsal tipo *index minus*, 5 *index plus minus* y 6 *index plus*. Ningún paciente presentaba artritis reumatoide, gota u otra causa sistémica de dolor de antepié.

Técnica quirúrgica

Todas las intervenciones se realizan bajo isquemia preventiva. A través de un abordaje dorsal de 2 cm sobre el MT afecto, si es sólo uno, o sobre el espacio intermetatarsiano si se intervienen dos, se accede al dorso del tercio distal del metatarsiano. Tras separar el tendón extensor y seccionar longitudinalmente la cápsula dorsal se cortan los ligamentos colaterales y se luxa dorsalmente la cabeza del MT. Se realiza la osteotomía con sierra oscilante iniciándola aproximadamente 1 mm distal al borde articular dorsal y lo más paralelo al suelo posible (figs. 1A y 1B). El fragmento plantar se desplaza proximalmente hasta obtener el grado de acortamiento deseado según la longitud de los MT

Tabla 1. Procedimientos previos y asociados a la osteotomía de Weil. Número y localización de las osteotomías de Weil

Procedimientos previos	
Keller-Brandes	6
Mc Bride	4
Osteotomía arciforme base 1 ^{er} MT	1
Procedimientos asociados	
Keller-Brandes	11
Mc Bride	5
Osteotomía arciforme base 1 ^{er} MT	5
Osteotomía de adicción base 1 ^{er} MT	3
Osteotomía de sustracción base 1 ^{er} MT	2
Osteotomía en galón distal 1 ^{er} MT	2
Osteotomía de Ludloff	1
Osteotomía de Akin primer dedo	4
Alargamiento tendones extensores	7
Artroplastia resección IFP	14
Localización de las osteotomías de Weil	
Segundo MT	9
Segundo y tercer MT	30
Segundo, tercer y cuarto MT	9

MT: metatarsiano; IFP: interfalángica proximal.

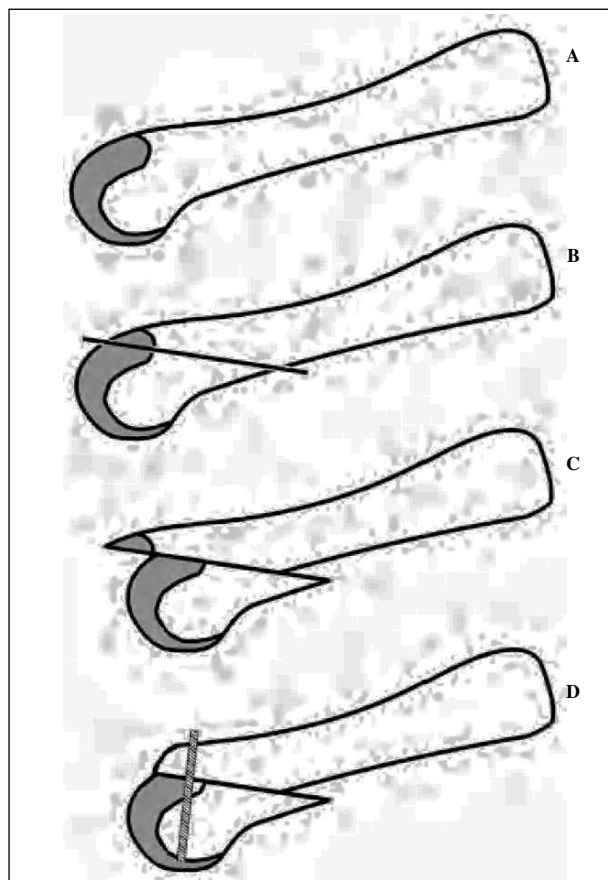


Figura 1. La osteotomía de Weil para los metatarsianos menores. Se realiza sobre el extremo distal de uno de los metatarsianos menores (A). Se inicia la osteotomía con sierra oscilante aproximadamente un milímetro distal al borde articular dorsal y lo más paralelo al suelo posible (B). El fragmento plantar se desplaza proximalmente hasta obtener el grado de acortamiento deseado (C); se fija con una aguja roscada de 1,2 mm de diámetro y se reseca el reborde óseo distal subyacente (D).

adyacentes (fig. 1C). La osteotomía se fija con una aguja roscada de 1,2 mm de diámetro y se reseca el reborde óseo distal y dorsal subyacente (fig. 1D). Si el procedimiento asociado lo permite se autoriza la carga sobre el talón de forma inmediata y la marcha normal a las 4 semanas.

Valoración de resultados

La valoración radiográfica se realizó sobre radiografías anteroposteriores y laterales en carga de los pies. Se realizaron medidas del acortamiento conseguido (fig. 2) y se valoró la presencia de no consolidación o malunión.

Clínicamente todos los pacientes fueron entrevistados por el mismo investigador usando la Escala de la Sociedad Americana de Pie y Tobillo (AOFAS) para valoración de metatarsianos menores e interfalángicas (tabla 2)⁷. Además se les preguntó si volverían a operarse del pie y sobre el resultado funcional y estético por separado (con una valoración de excelente, bueno, aceptable o malo). Además se examinó el pie en busca de metatarsalgia de transferencia.

RESULTADOS

Desde el punto de vista funcional el 87,5% de los sujetos consideraron el resultado excelente o bueno y el 81,3% desde el punto de vista estético (fig. 3). La puntuación me-

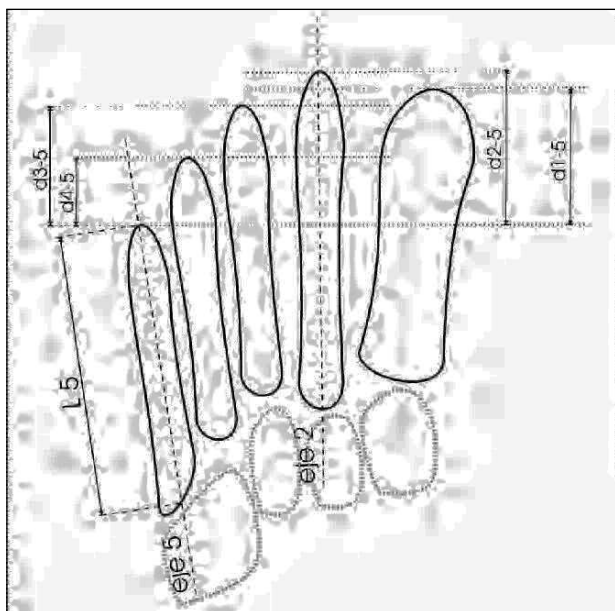


Figura 2. Sistema de medición radiográfica de la morfología del antepié en la radiografía anteroposterior de pie. En primer lugar se trazan los ejes longitudinales del segundo (eje 2) y quinto metatarsianos (eje 5). A continuación se mide la longitud del quinto metatarsiano (L5) que sirve para estandarizar las medidas preoperatorias y postoperatorias de cada pie. Se trazan líneas perpendiculares al eje del segundo metatarsiano que pasan por la zona más distal de cada uno de los cinco metatarsianos. Se mide la distancia entre la línea del quinto metatarsiano a las otras cuatro líneas (d4-5, d3-5, d2-5 y d1-5).

Tabla 2. Escala de la Sociedad Americana de Pie y Tobillo (AOFAS) para valoración de metatarsianos menores e interfalángicas (100 puntos en total). Valora el dolor, la función de las metatarsofalángicas y las interfalángicas y el alineamiento

Dolor (40 puntos)	
Ninguno	40
Suave, ocasional	30
Moderado, diario	20
Grave, casi siempre presente	0
Función (45 puntos)	
Limitaciones a la actividad	
No limitación	10
No limitación, limitación para actividades recreacionales	7
Actividades diarias y recreativas limitadas	4
Limitación grave para todas las actividades	0
Requerimientos de calzado	
Calzado de moda, convencional, no plantilla	10
Calzado cómodo, plantilla	5
Zapatos ortopédicos o modificados	0
Movilidad de la MTF (flexión + extensión)	
Normal o leve restricción (75° o más)	10
Restricción moderada (30°-70°)	5
Restricción grave (menos de 30°)	0
Movilidad de la IF (flexión plantar)	
No restricción	5
Restricción grave	0
Estabilidad MTF-IF (todas direcciones)	
Estable	5
Inestable claramente o luxable	0
Callo relacionado con las MTF-IF	
No callo o asintomático	5
Callo sintomático	0
Alineamiento (15 puntos)	
Bueno, dedo bien alineado	15
Aceptable, algún ligero malalineamiento	8
Malo, malalineamiento grave, síntomas	0

MTF: metatarsofalángicas; IF: interfalángicas.

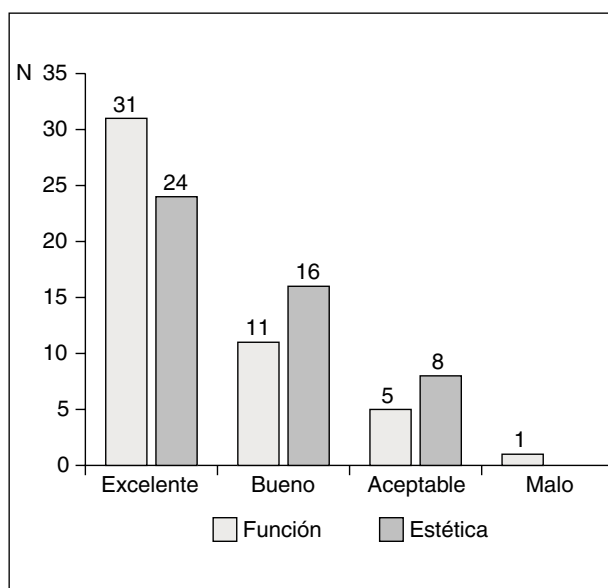


Figura 3. Resultados funcionales y estéticos en los 48 casos revisados. Se expresa el número de pies en cada categoría.

dia en la escala de la AOFAS para valoración de metatarsianos menores e interfalángicas fue de $85 \pm 12,6$ puntos (intervalo 55 a 100 puntos) (fig. 4). En 7 casos se produjo una metatarsalgia de transferencia.

Desde el punto de vista radiográfico se apreció un acortamiento medio de 4,7 mm (intervalo 0 a 11,4 mm) (fig. 5). En los segundos MT operados el acortamiento fue de 5,6 mm, en los terceros de 4,5 mm y en los cuartos de 4 mm. Se produjo una alteración de la morfología del antepié con una fórmula metatarsiana más fisiológica (fig. 6). Respecto a la movilidad de la articulación metatarsofalángica (MTF) aparecieron defectos leves en dos de cada tres pies (66,7%) pero sólo en cuatro (8,3%) éste fue grave con rigidez clínicamente importante. De los 40 pacientes, 38 (95%) afirmaron que estarían dispuestas a volver a operarse con la misma técnica y cirujano.

No aparecieron complicaciones infecciosas que requiriesen una nueva intervención o tratamiento antibiótico prolongado en ninguna de las heridas del dorso del pie. Se pro-

dujo un caso de fractura del extremo distal del MT con desplazamiento del foco de osteotomía que se identificó en el postoperatorio inmediato y se corrigió en una segunda intervención con la colocación de una nueva aguja roscada (fig. 7). No se apreciaron casos de retraso de consolidación o malunión. En cuatro casos los pacientes presentaron dolor secundario a migración plantar de la aguja o prominencia dorsal de ésta que requirieron una nueva intervención para retirada del material de osteosíntesis.

DISCUSIÓN

La metatarsalgia se define como dolor en la zona de la cabeza de los MT o en las articulaciones MTF que típicamente es persistente, se extiende por todo el antepié y asocia hiperqueratosis plantar intratable. Es un trastorno frecuente con distintas etiologías, aunque lo más habitual es que se produzca por una deformidad en garra o martillo de

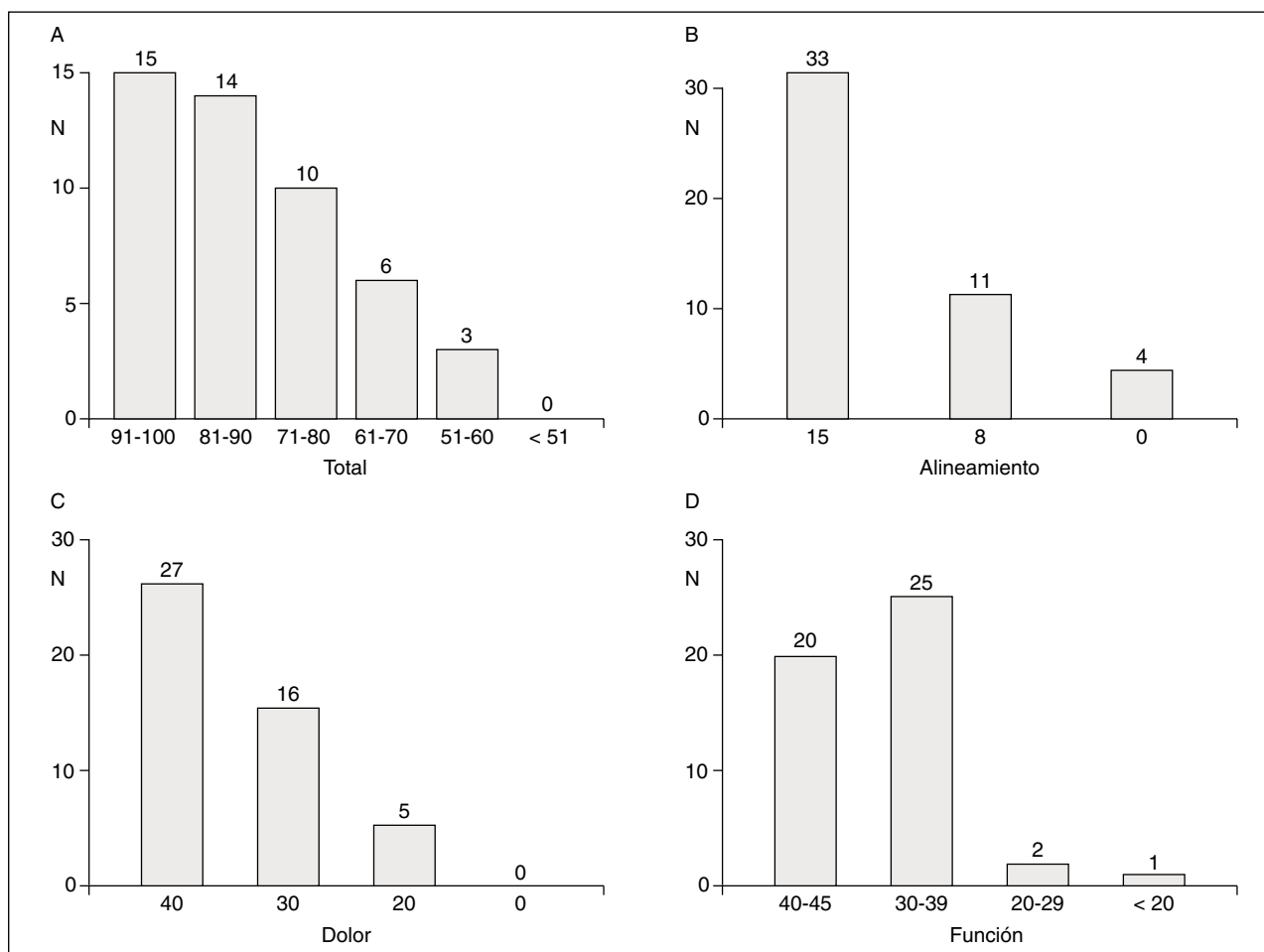


Figura 4. Valoración clínica en los 48 casos revisados. Se indica el número de sujetos en cada uno de los intervalos de puntuación. Los gráficos corresponden a la puntuación total (A: intervalo entre 0 y 100) y puntuaciones parciales para alineamiento (B: intervalo entre 0 y 15), dolor (C: intervalo entre 0 y 40) y función (D: intervalo entre 0 y 45) de la Escala de la Sociedad Americana de Pie y Tobillo para valoración de metatarsianos menores e interfalángicas.



Figura 5. Mujer de 68 años que presenta hallux valgus e insuficiencia grave de primer metatarsiano con metatarsalgia de sobrecarga (A). Se le realizaron osteotomías de Weil en segundo, tercer y cuarto metatarsiano y un procedimiento de Keller-Brandes en el primer radio (B). El resultado funcional al año fue excelente con mejoría de la fórmula metatarsal y desaparición del dolor.

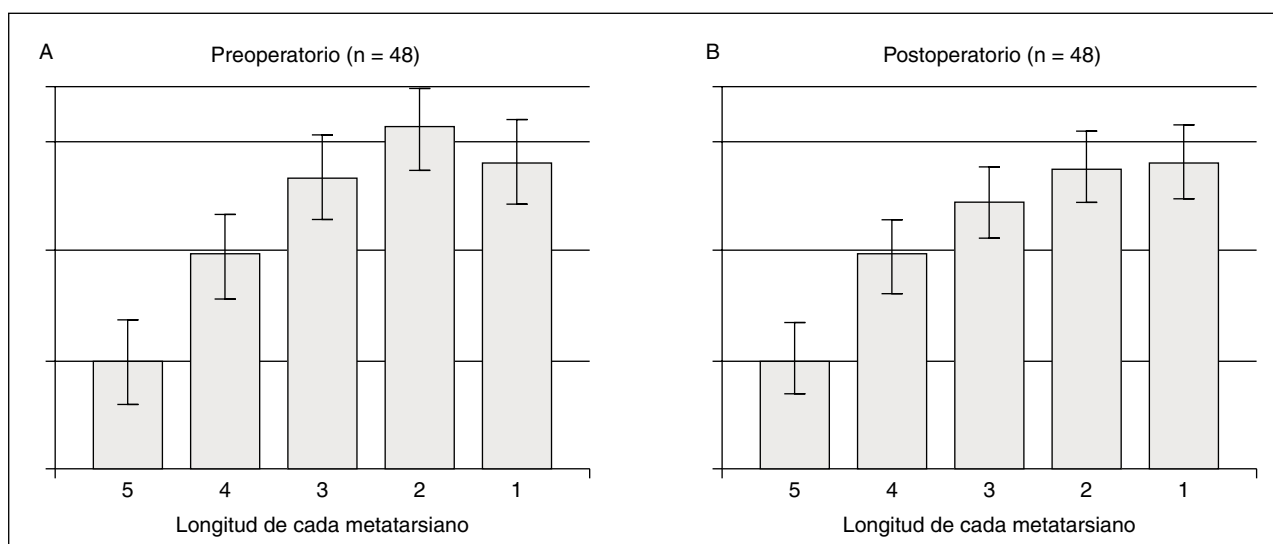


Figura 6. Modificación de la fórmula metatarsal media. Se expresa la longitud relativa media de cada metatarsiano (MT) respecto del quinto MT en el preoperatorio (A) y en el postoperatorio (B). Se han normalizado los valores previamente al cálculo usando la longitud del quinto MT como referencia. Las barras representan las desviaciones estándar. Se puede observar una normalización de la fórmula con modificaciones significativas de la longitud del segundo y tercer MT.



Figura 7. Mujer de 36 años que presenta hallux valgus moderado y flexible e insuficiencia grave de primer metatarsiano con metatarsalgia de sobrecarga (A). Se le realizaron osteotomías de Weil en segundo, tercer y cuarto metatarsiano y un procedimiento de Mc Bride en el primer radio. El estudio radiográfico postoperatorio demostró un fracaso de la síntesis de la osteotomía del cuarto metatarsiano (B) que se resolvió en el postoperatorio inmediato con una nueva síntesis con dos agujas (C). El resultado funcional y radiológico a los dos años fue excelente con mejoría de la fórmula metatarsal y desaparición del dolor (D).

los dedos de los pies, una luxación dorsal de las MTF o una longitud relativa excesiva de algún MT. Un traumatismo agudo puede causar una luxación de la MTF por rotura de la placa volar y los ligamentos colaterales, pero más frecuentemente este problema se produce a consecuencia de un desequilibrio dinámico de la articulación que causa una lesión

crónica. Por ejemplo, el uso de zapatos con tacón alto produce hiperextensiones repetidas de la MTF que pueden facilitar la aparición del desequilibrio.

En otras ocasiones una longitud excesiva de los MT condiciona un incremento de presión local a ese nivel que también daña la almohadilla plantar y la placa volar de la

MTF. Por otra parte la metatarsalgia puede aparecer de manera secundaria a una intervención quirúrgica sobre el pie que acorta el primer radio (por ejemplo una osteotomía de sustracción del primer metatarsiano) o altera su funcionalidad como soporte de cargas (en una artroplastia resección de Keller-Brandes)^{3,8-10}.

Existen infinidad de alternativas terapéuticas para el manejo de las metatarsalgias de los radios menores. Las opciones conservadoras más utilizadas son la modificación de los hábitos de uso de calzado, la utilización de plantillas ortopédicas con barras proximales a las cabezas de los MT que desplazan la zona de carga en el antepié y el uso de ortesis flexibles para reducir las deformidades de los dedos y MTF. Estas medidas consiguen el alivio en un porcentaje importante de los casos, pero en ocasiones son insuficientes siendo necesario un abordaje más agresivo. Dentro de las opciones quirúrgicas han proliferado a lo largo del siglo pasado infinidad de técnicas. Algunas de ellas, como las infiltraciones de silicona o las prótesis de almohadilla plantar, han quedado en desuso, pero otras muchas se utilizan de manera activa.

La resección de las cabezas de los MT según lo descrito por Lelievre da resultados excelentes en pacientes con afectaciones severas, destrucción articular importante y afectación de los cuatro MT menores¹¹⁻¹³; sin embargo es una intervención muy agresiva que no puede realizarse de forma aislada en un solo MT porque asegura una metatarsalgia de transferencia y actualmente se reserva a casos muy graves, en general en pacientes con trastornos reumáticos y deformidad importante. La osteotomía de Helal¹⁰ es una osteotomía dorsal diafisaria oblicua de extensión que se hizo bastante popular; sin embargo los resultados obtenidos por el primer autor¹⁰ no han sido reproducidos por otros^{1,14} con una importante aparición de metatarsalgia de transferencia y pseudoartrosis.

Otros autores han utilizado osteotomías del cuello del metatarsiano de cuña dorsal que permiten la extensión de la cabeza del MT asociando un ligero acortamiento. Esta técnica presenta problemas relacionados con un riesgo de pseudoartrosis de la osteotomía no desdeñable incluso cuando se utiliza material de osteosíntesis adecuado¹⁵.

La osteotomía de Weil fue descrita inicialmente por Lowell S. Weil en EE.UU. y ha sido popularizada en Europa por Louis Barouk¹⁶. Es una osteotomía diseñada para acortar de manera precisa la longitud de un MT menor. La posición paralela al suelo del plano de osteotomía y la fijación rígida facilitan la consolidación.

Distintos autores han obtenido buenos resultados con esta técnica para el tratamiento de la metatarsalgia de los radios centrales con resultados clínicos buenos entre el 65% y el 88% de los casos^{1,4-6,8}. Jarde et al⁴ en un estudio de 70 pies en 62 pacientes a los que se realizaron 178 osteotomías de Weil obtuvieron resultados clínicos buenos o excelentes en sólo el 65%. Davies et al⁸ revisaron retrospectivamente

su experiencia inicial con esta osteotomía en 47 pies y obtuvieron resultados funcionales buenos en el 80% de los sujetos. Vandeputte et al⁶ obtuvieron resultados buenos o excelentes en el 86% de los 37 pies que operaron con una puntuación media en la escala AOFAS que pasó de 59 a 81 puntos. En el presente estudio se han obtenido resultados funcionales similares con un 87,5% de buenos resultados y una puntuación en la escala AOFAS postoperatoria de 85 puntos (DE 12,6 puntos).

Uno de los principales problemas observados con esta técnica es la pérdida de movilidad de la articulación MTF. Se han informado pérdidas de movilidad moderadas entre el 36%⁶ y el 50%⁴ de los casos y pérdidas más importantes con rigidez entre el 10%⁵ y el 20%⁴. En la presente serie se observaron pérdidas leves de movilidad en dos de cada tres pies, pero sólo apareció rigidez importante clínicamente en el 8,3% de los pies. Este déficit de movilidad parece relacionado en la mayoría de los sujetos con una cicatriz hipertrófica de la cápsula y las partes blandas del dorso de la MTF. La elevada incidencia presente en esta serie puede ser atribuida en parte a la técnica quirúrgica empleada: para limitar el efecto antiestético la osteotomía se realiza a través de una incisión lo más pequeña posible; esta limitación de espacio entraña la realización de maniobras de separación de las partes blandas agresivas que pueden haber producido lesiones en éstas, de manera que se facilite una cicatrización hipertrófica de estas zonas, condicionando una mayor rigidez. Actualmente se ha modificado la técnica de manera que se realiza a través de una incisión ligeramente mayor (de 2,5 a 3 cm), lo cual facilita el proceso y parece evitar mayores lesiones.

Desde el punto de vista radiológico distintos autores han observado acortamientos de en torno a 4-5 mm de media^{5,8} similares a los obtenidos en nuestra serie. La incidencia de pseudoartrosis o retardo de consolidación en nuestra serie es nula, lo cual concuerda con lo observado en la literatura: con la excepción de la serie de Jarde et al⁴ en la que presentaron una tasa del 14% de retrasos de consolidación. La mayoría de los autores han sufrido algún retraso de consolidación que se resolvió sin mayor intervención⁸ o no se les presentó problemas a este respecto^{1,2,5,6}.

Otro problema frecuente que aparece en relación con esta técnica quirúrgica está relacionado con la intolerancia del material de osteosíntesis por migración de éste. En la bibliografía este problema ha aparecido entre el 2,2%⁸ y el 29%² y no parece relacionado específicamente con un implante determinado. En nuestra serie se requirió una nueva intervención por esta causa en el 8,3% de los casos, aunque no se afectó el resultado final en ningún caso.

Por último se ha discutido sobre la incapacidad de la osteotomía de Weil de equilibrar correctamente las partes blandas a nivel de la MTF. Si bien es una técnica que parece corregir de manera efectiva la luxación dorsal en algunos casos, en otros^{1,4} se observa con frecuencia un exceso de

tensión dorsal que produce la aparición de un dedo flotante que no entra en contacto con el suelo⁵. Distintos estudios biomecánicos^{17,18} han demostrado que la osteotomía de Weil produce el esperado acortamiento del MT pero éste se encuentra acompañado de un desplazamiento plantar de la cabeza del MT; esta desviación plantar del centro de rotación de la articulación produce un cambio en la función de la musculatura interósea que pasa a ser extensora, lo que facilita la desviación dorsal de la MTF.

Se ha propuesto^{17,18} una modificación de la técnica consistente en la resección a nivel de la osteotomía de una cuña con base dorsal, este gesto corrige efectivamente el problema al mantener en su posición en sentido dorsoplantar el centro de rotación de la articulación MTF. Esta técnica no se aplicó a ninguno de los casos incluidos en esta revisión, pero los autores hemos empezado a aplicarla especialmente en los casos en los que existe una subluxación dorsal de la MTF como problema principal.

En conclusión, la osteotomía de Weil parece una técnica quirúrgica adecuada para el tratamiento y prevención de la metatarsalgia de sobrecarga de los MT centrales, obteniéndose buenos resultados clínicos y estéticos en más del 80% de los casos. Aunque no parece presentar problemas de consolidación, la rigidez MTF postoperatoria y la necesidad ocasional de retirar el material de osteosíntesis son problemas a tener en cuenta.

BIBLIOGRAFÍA

- Trnka HJ, Muhlbauer M, Zettl R, Myerson MS, Ritschl P. Comparison of the results of the Weil and Helal osteotomies for the treatment of metatarsalgia secondary to dislocation of the lesser metatarsophalangeal joints. *Foot Ankle Int.* 1999;20:72-9.
- Trnka HJ, Gebhard C, Muhlbauer M, Ivanic G, Ritschl P. The Weil osteotomy for treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints: good outcome in 21 patients with 42 osteotomies. *Acta Orthop Scand.* 2002;73:190-4.
- Barouk LS. Die Metatarsalostetomie Nach Weil Zur Behandlung Der Metatarsalgie. *Orthopade.* 1996;25:338-44.
- Jarde O, Hussenot D, Vimont E, Barouk LS, Ferre B, Raad GA. L'Osteotomie cervico-capitale de Weil dans les metatarsalgies medianes. Étude de 70 cas. *Acta Orthop Belg.* 2001;67:139-48.
- O'Kane C, Kilmartin TE. The surgical management of central metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2002;23:415-9.
- Vandeputte G, Dereymaeker G, Steenwerckx A, Peeraer L. The Weil osteotomy of the lesser metatarsals: a clinical and pedobarographic follow-up study. *Foot Ankle Int.* 2000;21:370-4.
- 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.
- Davies MS, Saxby TS. Metatarsal neck osteotomy with rigid internal fixation for the treatment of lesser toe metatarsophalangeal joint pathology. *Foot Ankle Int.* 1999;20:630-5.
- Giannestras NJ. Shortening of the metatarsal shaft in the treatment of plantar keratosis; an end-result study. *J Bone Joint Surg Am.* 1958;40-A:61-71.
- Helal B. Metatarsal osteotomy for metatarsalgia. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57B:187-92.
- Vandeputte G, Steenwerckx A, Mulier T, Peeraer L, Dereymaeker G. Forefoot reconstruction in rheumatoid arthritis patients: Keller-Lelievre-Hoffmann versus arthrodesis MTP1-Hoffmann. *Foot Ankle Int.* 1999;20:438-43.
- Jarde O, Ruzic JC, Roux O, Trinquier-Lautard JL, Vives P. Importancia de la artrodesis del primer dedo del pie combinada con el alineamiento de los metatarsianos según Lelievre en la cirugía del antepié reumático. A propósito de 70 casos. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1998;84:61-6.
- Lelievre JF. Tratamiento médico de las metatarsalgias causadas por trastornos estáticos del antepié. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1974;60 Suppl 2:174-80.
- Winkler H, Kellaridis T. La osteotomía metatarsiana de Helal: indicaciones y técnica con referencia a la forma y función del pie. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1989;127:556-60.
- Sammarco GJ, Scioli MW. Metatarsal osteotomy using a double-threaded compression screw: an adjunct to revision forefoot surgery. *Foot Ankle.* 1989;10:129-39.
- Barouk LS. L'Osteotomie cervico-capitale de weil dans les metatarsalgies medianes. *Med Chir Pied.* 1994;10:23-33.
- Melamed EA, Schon LC, Myerson MS, Parks BG. Two modifications of the Weil osteotomy: analysis on sawbone models. *Foot Ankle Int.* 2002;23:400-5.
- Trnka HJ, Nyska M, Parks BG, Myerson MS. Dorsiflexion contracture after the Weil osteotomy: results of cadaver study and three-dimensional analysis. *Foot Ankle Int.* 2001;22:47-50.

Conflicto de intereses. Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Por otra parte, ninguna entidad comercial ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estemos afiliados.