

# METATARSALGIA MECÁNICA. OSTEOTOMÍA CERVICOCAPITAL DE WEIL Y SUS MODIFICACIONES

**Dres. L.F. Llanos Alcázar, D. García-Fernández, R. Larraínzar Garijo**

*Servicio de Traumatología I. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid*

La metatarsalgia representa el cuadro doloroso más frecuente dentro de la patología del antepié, y la osteotomía de Weil, una de las técnicas más comúnmente realizadas por los cirujanos. Con este trabajo de actualización queremos ayudar al cirujano a realizar un correcto diagnóstico, punto clave para la obtención del resultado deseado (si conocemos la causa del dolor metatarsal, sabremos cómo resolverlo quirúrgicamente). Recordaremos la biomecánica y fisiopatología del cuadro doloroso, que nos ayudará a entender e indicar correctamente qué tipo de osteotomía debemos realizar. Finalmente, describiremos la técnica quirúrgica conocida como osteotomía de Weil, sus modificaciones y resultados.

**PALABRAS CLAVE:** *Metatarsalgia. Osteotomía de Weil.*

**MECHANICAL METATARSALGIA. THE WEIL CERVICO-CAPITAL OSTEO-TOMY AND ITS MODIFICATIONS:** Metatarsalgia is the most frequent painful condition in the field of forefoot disease, and Weil's osteotomy is one of the surgical procedures most frequently carried out by surgeons. With this update paper we strive to help the surgeon in establishing a correct diagnosis, which is the key to achieving the desired therapeutic results (if the cause of the metatarsal pain is known, we shall know how to surgically correct it). We shall examine the biomechanics and pathophysiology of the painful condition, as these concepts shall help in understanding and correctly indicating the type of osteotomy to be performed. Finally, we shall describe the surgical technique of the Weil osteotomy, its modifications and its results.

**KEY WORDS:** *Metatarsalgia. Weil's osteotomy.*

## INTRODUCCIÓN

Denominamos *metatarsalgia* al dolor en la parte anterior del pie, incluidas las zonas correspondientes de los metatarsianos y los dedos. La metatarsalgia es la localización más frecuente de dolor en el pie<sup>(1)</sup>. Predomina en el sexo femenino y en edad posmenopáusica, y se debe en gran medida a la influencia del calzado de tacón alto en la sobrecarga del antepié.

La localización del dolor no es exclusivamente plantar, sino que también puede ser dorsal, lateral, medial o una combinación de éstas.

El dolor se suele acompañar de hiperqueratosis, deformidad de los dedos en garra o martillo y luxación de la articulación metatarsofalángica. En la mayoría de las ocasiones este grupo de signos aparece en el contexto de un cuadro global o "síndrome de insuficiencia del primer radio" que comprende la sobrecarga mecánica de los radios medios<sup>(2)</sup>.

En este trabajo de actualización revisaremos las indicaciones y técnica de la osteotomía de Weil con sus modificaciones y cómo orientar correctamente un cuadro clínico de metatarsalgia, ya que el éxito del tratamiento quirúrgico dependerá tanto de un correcto diagnóstico como de la precisa ejecución técnica<sup>(3)</sup>.

### Correspondencia:

Luis Fernando Llanos Alcázar  
c/ Almanzora, 4-K (28023 Madrid)  
e-mail: llanoslf@telefonica.net

## BIOMECÁNICA Y FISIOPATOLOGÍA

El pie está formado por un sistema de palancas que, tanto desde el punto de vista estático como dinámico, debe hallarse equilibrado<sup>(4)</sup>.

El equilibrio comprende:

1. Equilibrio entre las fuerzas del retropié y las del antepié.
2. Equilibrio entre el trabajo del primer radio y el de los radios laterales.
3. Equilibrio entre el trabajo de las cabezas metatarsianas y el de los dedos.

La ruptura de este triple equilibrio origina los principales tipos de metatarsalgias de origen biomecánico<sup>(5)</sup>.

Desde hace unos setenta años, tras ser desechada la teoría clásica del trípode, se admite que todos los metatarsianos soportan carga, y que sobre el primer metatarsiano recae el doble de peso que sobre cada uno de los restantes. A. Viladot<sup>(6)</sup> demostró, tras estudios fotopodográficos, cómo el pie normal carga en el talón, borde externo del pie, cabeza de todos los metatarsianos y pulpejo de los dedos, siendo mucho más evidente el apoyo del dedo gordo y faltando a veces el del quinto.

La bóveda plantar está constituida por una serie de arcos que se disponen en el plano longitudinal o sagital y en el plano frontal.

Los arcos en el plano sagital, en número de cinco, corresponden a cada uno de los metatarsianos. El ángulo que

forman con la horizontal va decreciendo desde los 20° del primer metatarsiano hasta los menos de 5 (prácticamente paralelo al suelo) del quinto<sup>(2)</sup>.

Los arcos en el plano frontal, también en número de cinco, se van aplanando a medida que se acercan al apoyo anterior y desaparecen a la altura de las cabezas metatarsianas, ya que todas ellas contactan contra el suelo (Figura 1).

En su conjunto, los arcos plantares transversos representan, como señala Núñez-Samper<sup>(7)</sup>, un volumen que recuerda dos troncos de cono unidos por sus bases menores y cuya configuración no es regular. El tronco de cono posterior (formado por el ensamblado de las tres cuñas y el cuboides) es más elevado –hecho determinado por la oblicuidad del calcáneo–, en tanto que el anterior, de flecha más corta (constituido por las cabezas de los metatarsianos), disminuye progresivamente debido a la diferente oblicuidad de los radios metatarsianos y al ángulo de la incidencia de éstos contra el suelo, como ya se ha indicado. Representa una zona de encrucijada entre el pie astragalino (de marcha o dinámico) y el pie calcáneo (estático o de carga).

Martorell<sup>(8)</sup> destaca la importancia de las cargas soportadas por cada cabeza metatarsiana acuñando la expresión “alineación frontal en carga”. Esta alineación se basa en la transferencia de una carga definida para cada cabeza a través de la almohadilla plantar (Figura 2).

Por último, cabe destacar la función de los dedos: en ellos se inserta la musculatura flexora larga, que ejerce una función prensora sobre el suelo y que en la fase de despegue de la marcha impulsa el pie hacia delante.

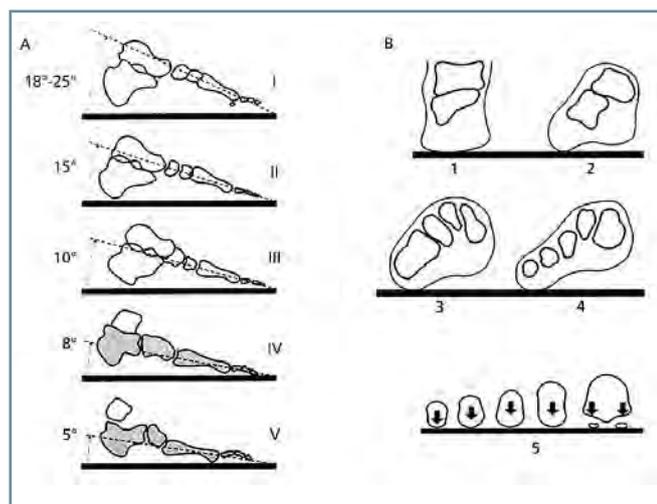


Figura 1. A) Arcos del pie en el plano sagital y ángulo de incidencia del metatarsiano. B) Arcos del pie en el plano frontal. (Tomada de A. Viladot-Pericé<sup>(6)</sup>.)

Figure 1. (A) Arches of the foot in the sagittal plane and incidence angle of the metatarsus. (B) Arches of the foot in the frontal plane (From A. Viladot-Pericé A<sup>(6)</sup>.)

Teniendo en cuenta lo expuesto, la causa del dolor metatarsal de origen biomecánico puede deberse a:

1. Desalineación en el plano frontal, por sobrecarga de una o varias cabezas metatarsianas.
2. Desalineación en el plano horizontal, generalmente por alteraciones de la longitud metatarsiana.
3. Ausencia de función prensora de los dedos, con sobrecarga de la cabeza metatarsiana correspondiente.

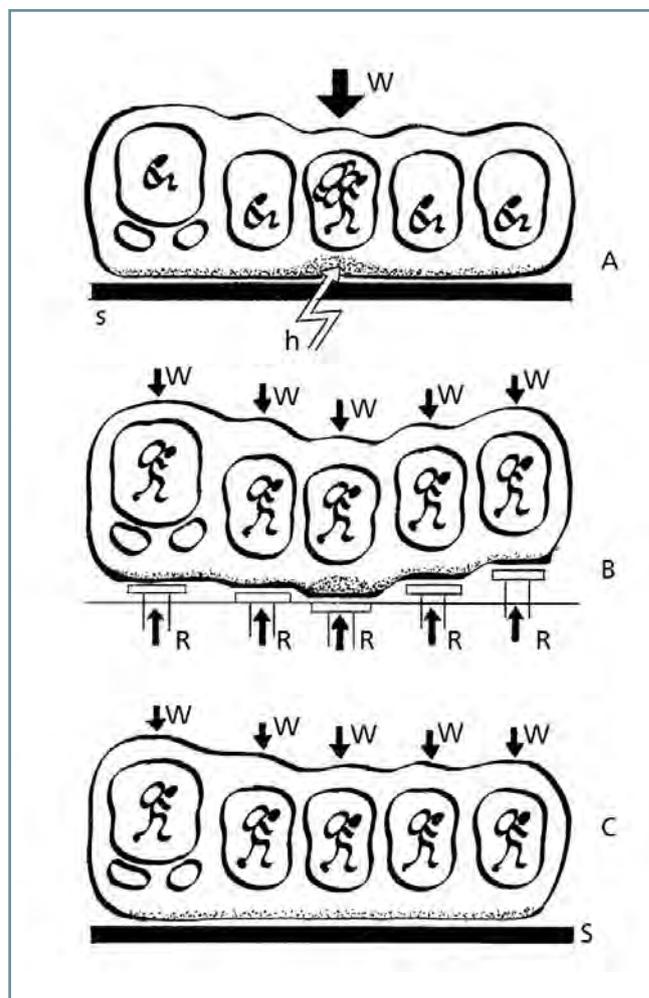


Figura 2. A) La cabeza metatarsal recibe mayor carga que el resto y se forma una dureza dolorosa. B) El mismo pie, sobre pistones que efectúan la misma resistencia: cada cabeza recibe su quinta parte del peso corporal. C) Pie ideal: cada cabeza recibe su peso proporcional al apoyar en una superficie plana. (Tomada de J. Martorell Martorell<sup>(8)</sup>.)

Figure 2. (A) One metatarsal head bears a greater load than the remainder, and a painful cornification develops. (B) The same foot placed on pistons exerting the same resistance. Each metatarsal head bears one-fifth of the body weight. (C) Ideal foot. Each metatarsal head bears its proportional weight while standing on a flat surface (From J. Martorell Martorell J<sup>(8)</sup>.)

Tabla I. Clasificación de las metatarsalgias

SISTÉMICAS O EXTRARRREGIONALES				
Vascular				
Metabólica				
Reumática				
Neurológica				
Psicógena				
AFECCIONES REGIONALES				
Piel y tejido subcutáneo				
Bolsas y vainas tendinosas				
Nervio periférico				
Osteoarticular				
Tumoral				
MECÁNICAS				
Funcionales	Pie plano (juvenil o del adulto)			
	Laxitud ligamentosa			
	Deformidades en dedos	Plano longitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Camptodactilia</li> </ul>	
		Plano transversal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dedo en martillo</li> </ul>	Proximal Distal (en maza) Total (en garra)
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clinodactilia</li> <li>• Dedo supra o infraeductus</li> </ul>	
	Enfermedades musculares			
	Sobrecarga ponderal			
	Estructurales	Síndrome de sobrecarga anterior	Pie cavo Equinismo del tobillo	
		Distribución irregular de carga en el antepié	Síndrome de insuficiencia del primer radio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acortamiento del primer metatarsiano o desviación en varo</li> <li>• <i>Hallux valgus</i></li> <li>• Iatrogenia</li> <li>• Brevedad del primer dedo</li> </ul>
			Síndrome de sobrecarga del primer radio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hallux rigidus</i></li> <li>• <i>Hallux flexus</i></li> <li>• Afecciones de los sesamoideos</li> </ul>
Síndrome de insuficiencia de radios medios				
Síndrome de sobrecarga del quinto radio				

## CLASIFICACIÓN DE LAS METATARSALGIAS

Como hemos mencionado anteriormente, el término *metatarsalgia* es meramente descriptivo de la localización del dolor en una zona anatómica; por ello, es de vital importancia diagnosticar la causa y las estructuras involucradas a fin de realizar un tratamiento correcto.

Bardelli *et al.*<sup>(9)</sup> clasifican la metatarsalgias en sistémicas, regionales y mecánicas (Tabla I). Estas últimas representan alrededor del 90% del total.

## DIAGNÓSTICO

Sin lugar a dudas, éste es el punto clave para obtener éxito terapéutico. El diagnóstico lo basaremos en la exploración clínica y en el estudio radiológico.

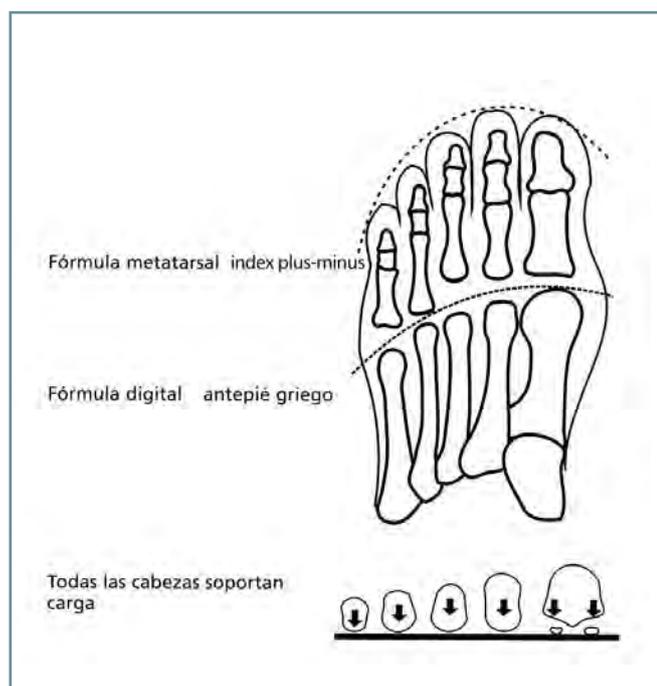
## Exploración clínica

Debemos descubrir las distintas alteraciones del pie en su conjunto y no sólo centrarnos en el dolor bajo las cabezas

metatarsianas: entre ellas, la morfología del pie y su pisada, eje del retropié, localización del dolor, cómo y cuándo se acentúa el mismo, deformidad de los dedos y su reducibilidad, calzado habitual, movilidad de las distintas articulaciones, etc. Pero, sobre todo, el aspecto clínico más importante es el estudio de la hiperqueratosis plantar<sup>(3)</sup>. Ante una metatarsalgia sin hiperqueratosis hay que desconfiar de un posible origen mecánico, salvo que su instauración haya sido tan reciente que no hubiera dado tiempo suficiente a los cambios adaptativos de los tejidos blandos.

Las queratosis que se encuentran bajo las cabezas metatarsianas y de amplitud reducida (queratosis plantares) se producen durante el segundo *rocker* o fase de apoyo de la marcha. Son debidas a alteraciones de la alineación en el plano frontal y responderán favorablemente a una elevación de la cabeza metatarsiana, pero no a un acortamiento. De un modo computacional este aspecto ha sido comprobado por nosotros mediante el análisis de simulación por elementos finitos de esta fase de apoyo<sup>(10)</sup>. Influye más el valor del ángulo intermetatarsal M1-M2 que la longitud relativa de los radios.

Sin embargo, las queratosis asociadas a la metatarsalgia de propulsión (tercer *rocker*), típicas de los síndromes de insuficiencia del primer radio, ocupan una posición más distal (queratosis planto-distales) y tienden a ser amplias y difusas, abarcando más de una cabeza metatarsal. Éstas responderán favorablemente al acortamiento del metatarsiano.



**Figura 3. Antepié ideal en el plano horizontal y frontal.**  
**Figure 3. The ideal forefoot in the horizontal and frontal planes.**

## Estudio radiológico

Deberíamos disponer de un estudio radiológico y baropodométrico dinámico que nos describiera cómo apoyan las distintas partes del pie en las distintas fases de la marcha. Como una evaluación así es difícil en la práctica habitual, nos valem del estudio radiológico estático en proyección dorsoplantar y lateral en carga.

- Proyección dorsoplantar: debemos cuantificar los parámetros habituales (ángulo del *hallux*, ángulo intermetatarsiano...), fórmula digital, fórmula metatarsal e índice de protrusión, aspecto de las articulaciones metatarsofalángicas, deformidades de los dedos, etc.
- Proyección lateral: observar la morfología global del pie, ángulos de incidencia metatarsal, aspecto de las articulaciones del retropié y del mediopié, deformidades de los dedos, etc.

## TRATAMIENTO

El objetivo final de las distintas técnicas quirúrgicas es conseguir un antepié ideal<sup>(2)</sup>, para que se adapte más eficientemente a las funciones biomecánicas solicitadas en las distintas fases del apoyo podal (**Figura 3**).

Este antepié ideal precisa un equilibrio en el plano horizontal (fórmula metatarsal index plus-minus), en el plano frontal (que todas las cabezas metatarsianas soporten carga proporcional en el apoyo en el plano del suelo), y conseguir una fórmula digital griega (que es la que se adapta mejor a la forma del calzado), con un correcto apoyo y función prensora sobre el suelo de los distintos dedos para no sobrecargar las articulaciones metatarsofalángicas.

Por tanto, nos podemos encontrar con distintas situaciones de sobrecarga metatarsal, que van a requerir distintos tipos de tratamiento según la alteración se deba a un desequilibrio en el plano horizontal, en el plano frontal o en ambos (**Figura 4**).

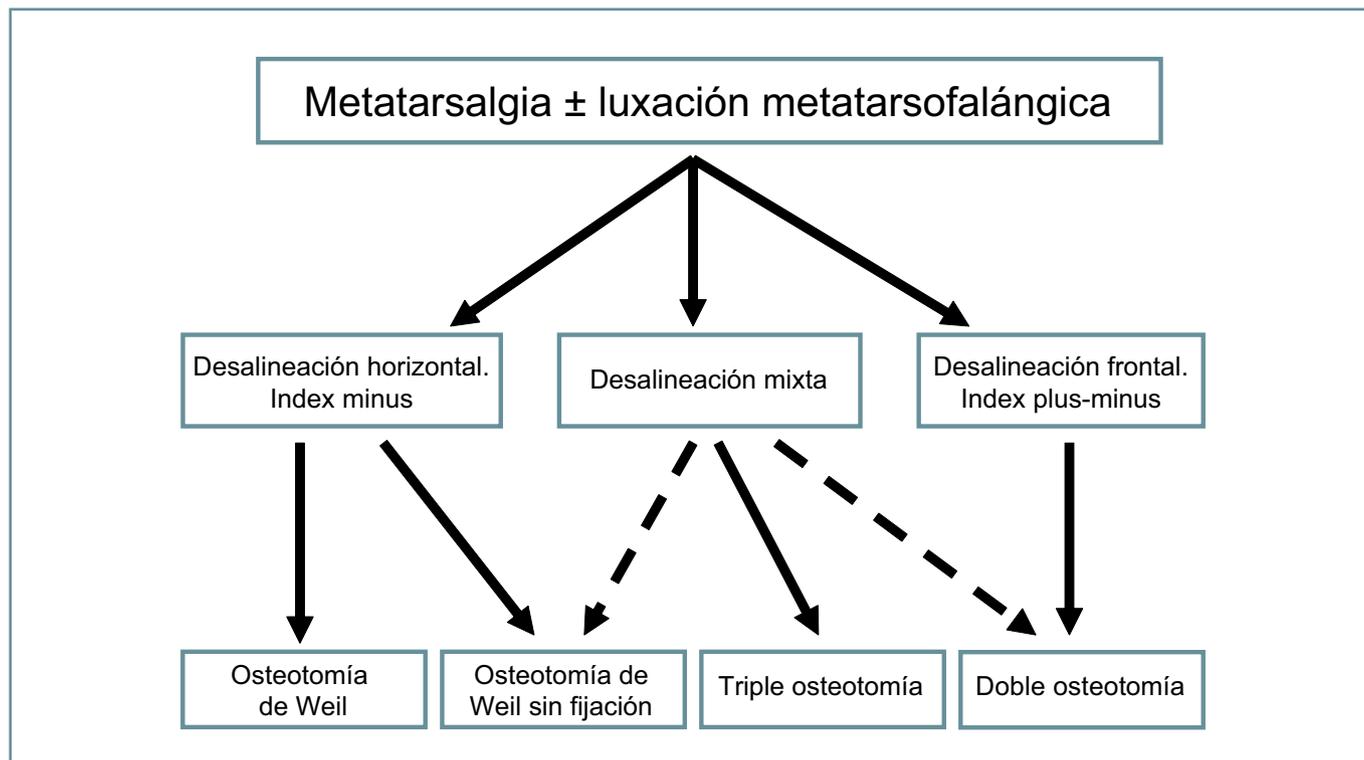
## DESALINEACIÓN HORIZONTAL

### Osteotomía de Weil

Descrita por Weil en 1985<sup>(11)</sup>, esta técnica se ha venido divulgando y extendiendo por Europa desde el año 1994 gracias a Barouk<sup>(12)</sup>. Se trata de una osteotomía distal en la metáfisis y cuello del metatarsiano, con un trazo lo más horizontal y largo posible al objeto de proporcionar una amplia superficie de contacto, lograr mayor estabilidad y aumentar la posibilidad de consolidación.

La dirección de la osteotomía variará ligeramente según qué metatarsiano operemos (debido a sus distintos ángulos de incidencia):

- En el segundo, la osteotomía debería ser paralela al suelo.
- En el tercero y cuarto, la osteotomía debe tener una dirección ligeramente plantar.



**Figura 4. Algoritmo terapéutico de la osteotomía de Weil y sus modificaciones.**

**Figure 4. Therapeutic algorithm for the Weil osteotomy and its modifications.**

### Planificación quirúrgica

Existen distintas formas de cuantificar en la radiografía dorsoplantar el acortamiento metatarsal que deseamos obtener con la cirugía. Muchos autores utilizan la línea de referencia de Maestro *et al.*<sup>(13)</sup> para conseguir una fórmula metatarsal posquirúrgica lo más parecida a la ideal. Según estos autores, los distintos metatarsianos deben guardar la siguiente proporción:

$$\begin{aligned}
 M_1 &= M_2 \\
 M_3 &= M_2 - 3 \text{ mm} \\
 M_4 &= M_3 - 6 \text{ mm} \\
 M_5 &= M_4 - 12 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

O'Kane y Kilmartin<sup>(14)</sup> utilizan un método propio y cuantifican el acortamiento respecto de la línea entre la cabeza del primer y cuarto metatarsiano. Ruiz-Ibán *et al.*<sup>(15)</sup> miden el índice de protrusión de los distintos metatarsianos en relación con la longitud del quinto.

Por el contrario, muchos cirujanos no cuantifican previamente en milímetros cuánto quieren acortar los metatarsia-

nos, y es en el acto quirúrgico cuando hacen retroceder la cabeza metatarsiana lo necesario para relajar la articulación (frecuentemente, el retroceso es automático y no forzado).

### Técnica quirúrgica

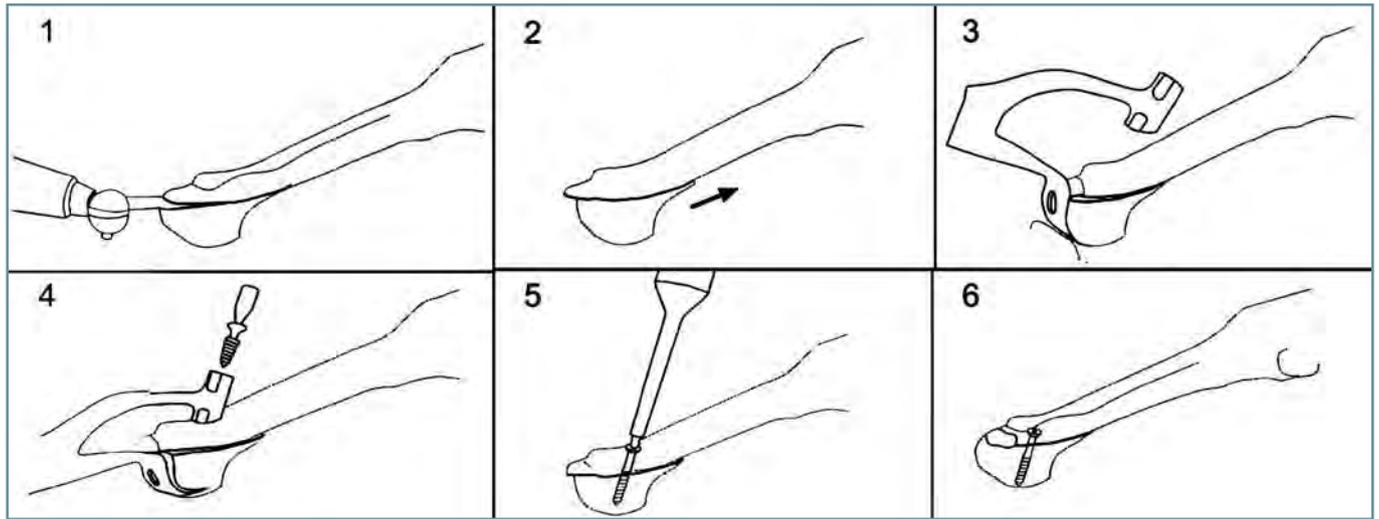
El abordaje dorsal de las articulaciones metatarsofalángicas puede realizarse de dos formas distintas:

- Incisión longitudinal dorsal, cuando sólo se vaya a intervenir uno o dos radios, a lo sumo.
- Incisión transversa dorsal, cuando se va a intervenir los tres radios centrales. Es muy útil para cuantificar y lograr simultáneamente el retroceso proporcional de las distintas cabezas metatarsianas. Con este abordaje se disminuyen las posibilidades de retracción dorsal.

Debemos localizar y separar el extensor largo y corto, realizar una capsulotomía dorsal longitudinal de la articulación metatarsofalángica y luxar la falange proximal hacia plantar. De esta manera, tenemos expuesta completamente la cabeza metatarsiana.

Se realiza la osteotomía en un plano horizontal, comenzando unos 3 mm por delante del inicio del cartílago articular<sup>(16)</sup> (Figura 5).

Al finalizar dicho corte, se desplaza la cabeza metatarsal hacia proximal hasta la posición deseada. Eliminamos



**Figura 5. Técnica de la osteotomía de Weil. (Tomada de M. Núñez-Samper et al.<sup>[28]</sup>.)**  
**Figure 5. Technique of the Weil osteotomy (From M. Núñez-Samper et al.<sup>[28]</sup>.)**

con una gubia la “visera” sobrante y fijamos la osteotomía con un minitornillo a compresión de dorsal a plantar y de proximal a distal, lo más perpendicular posible al plano de la osteotomía. Otros autores utilizan agujas roscadas para su fijación<sup>(15)</sup>.

El apoyo se puede realizar en los primeros días del posoperatorio inmediato con un zapato posquirúrgico de tacón invertido.

### Contraindicaciones

Existen tres situaciones en las que la osteotomía de Weil estaría contraindicada<sup>(2)</sup>:

- Lesión degenerativa importante de la articulación metatarsofalángica.
- Artritis reumatoide.
- Osteoporosis grave que impida una osteosíntesis estable.

Los pies cavos pueden constituir una contraindicación relativa o absoluta según su grado y posible equinismo.

### Resultados y complicaciones

Con esta técnica se obtienen generalmente buenos resultados con alivio de la metatarsalgia y frecuente desaparición de la hiperqueratosis<sup>(17)</sup>. El resultado funcional se suele valorar siguiendo el cuestionario de la AOFAS para la articulación metatarsofalángica e interfalángica<sup>(18)</sup>.

Todos los trabajos de revisión muestran buenos resultados que varían en el número de osteotomías realizadas (las series más pequeñas obtienen mejores resultados). En nuestra serie<sup>(19)</sup> de 48 pacientes (102 osteotomías), obtenemos buenos resultados en el 68% frente al 65% de la serie más

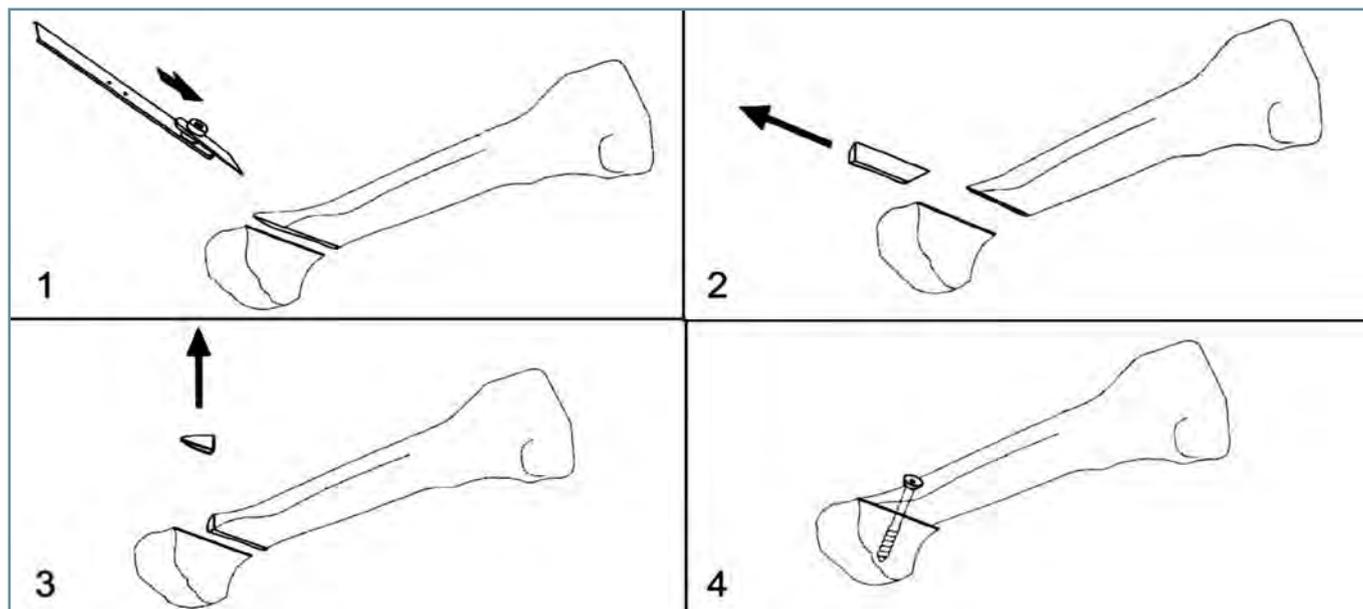
extensa de Jarde *et al.*<sup>(20)</sup> con 70 pies y 178 osteotomías. Los valores más altos los encontramos en los trabajos de Ruiz-Ibán *et al.*<sup>(15)</sup> (87,5% y 48 pies), Vandeputte *et al.*<sup>(21)</sup> (86% y 37 pies) y Hofstaetter *et al.*<sup>(22)</sup>, con un 88% de buenos resultados en 24 pacientes tras siete años de seguimiento.

En nuestra casuística<sup>(19)</sup> la complicación principal ha sido la hipoestesia (40%), consecuencia del daño neural que ocurre durante la separación para la colocación del tornillo. Esta complicación no tiene relevancia clínica y no es valorada en el resto de los estudios.

La complicación más frecuentemente descrita es la rigidez posquirúrgica de la articulación metatarsofalángica. En su estudio, Jarde comunica pérdida de movilidad moderada en un 50% de los casos y rigidez franca en el 20%. Barouk<sup>(11,23)</sup> recomienda que para evitar esta rigidez se descomprima suficientemente la articulación, se venden los dedos en flexión plantar tras la intervención y que la fijación de la osteotomía sea estable para que el paciente pueda iniciar una movilización precoz posquirúrgica. Otros autores<sup>(24)</sup> han realizado modificaciones a la técnica original con el objetivo de no modificar el trayecto relativo de la musculatura intrínseca que daría lugar a un efecto extensor tras la osteotomía de Weil clásica.

La recidiva de la metatarsalgia varía entre un 12%<sup>(19)</sup> y un 26%<sup>(20)</sup>, que suele ser de menor intensidad que la inicial salvo en la originada por protrusión plantar del material de osteosíntesis, que obliga a reintervenir (8,5% cuando se usa tornillo<sup>(20)</sup> y 8,3% cuando se utilizan agujas roscadas<sup>(16)</sup>).

La metatarsalgia por transferencia aparece en un 15% debido a un excesivo acortamiento de la longitud metatarsiana<sup>(19)</sup>. Por consiguiente, cuando se prevea que va a ser necesario un gran acortamiento, sería conveniente optar por alguna de las modificaciones de la osteotomía de Weil (exéresis de lámina o cuña ósea dorsal)<sup>(25)</sup>, para minimizar



**Figura 6. Triple osteotomía de Maceira. (Tomada de M. Núñez-Samper et al.<sup>[28]</sup>.)**  
**Figure 6. Maceira's triple osteotomy (From M. Núñez-Samper et al.<sup>[28]</sup>.)**

el descenso del centro de rotación de la cabeza que conduce a un cambio de función de la musculatura intrínseca, pasando a ser extensora y produciendo un dedo flotante o en *extensus*<sup>(19,26)</sup>.

Tras la osteotomía de Weil es muy rara la aparición de pseudoartrosis ya que el apoyo favorece su consolidación; no así tras osteotomías diafisarias como la de Helal<sup>(27)</sup>.

### Osteotomía de Weil sin fijación

Correctamente realizada, la osteotomía es autoestable con el apoyo, razón por la que Llanos<sup>(19)</sup> preconiza la realización de la osteotomía de Weil sin fijación y el apoyo precoz con un zapato posquirúrgico. Las cabezas metatarsianas se alojarán en su posición idónea de reparto de cargas en el plano horizontal y, en menor medida, en el plano frontal (dependiendo de la cuantía del retroceso y de la dirección de la osteotomía), obteniendo un menor índice de metatarsalgia por transferencia (6% frente al 15% de las atornilladas)<sup>(19)</sup>.

En nuestra revisión encontramos un 72% de buenos resultados en 48 pacientes (102 osteotomías)<sup>(19)</sup>, similar al 66% de la serie de Jarde *et al.*<sup>(20)</sup> de 178 osteotomías atornilladas.

El acortamiento medio producido es menor, lo que conlleva un pequeño aumento en el índice de metatarsalgias recidivantes (18% frente al 12% de las osteotomías fijadas), de menor intensidad que la inicial y que evolucionan favorablemente tras el empleo de ortesis.

No apareció ningún caso de pseudoartrosis y, al no sintetizar, desaparece el problema de la protrusión plantar del material de osteosíntesis, que puede obligar a reintervenir<sup>(19)</sup>.

## DESALINEACIÓN MIXTA

### Triple osteotomía de Maceira<sup>(24)</sup>

Está indicada cuando se precisa un gran acortamiento (> 3 mm) o cuando se precisa a su vez un efecto de elevación de la cabeza del metatarsiano.

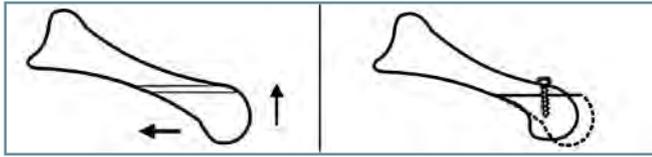
El abordaje quirúrgico es similar al descrito, y tras el trazo inicial de la osteotomía paralelo al suelo se realiza una segunda osteotomía en el plano frontal a una distancia del extremo óseo equivalente al acortamiento previsto preoperatoriamente. Posteriormente se practica una tercera osteotomía paralela a la inicial para conseguir un ascenso de la cabeza metatarsiana (Figura 6): así no se modifica el trayecto relativo de la musculatura intrínseca y se mantiene su función flexora, que contrarresta el efecto extensor en la osteotomía de Weil clásica con acortamiento de la longitud del metatarsiano.

Como la superficie de contacto en el foco de osteotomía es menor comparada con la osteotomía simple de Weil, se precisa una correcta y cuidadosa colocación del material de osteosíntesis, vendaje digital con corbatas durante cuatro semanas y un adecuado zapato posquirúrgico.

## DESALINEACIÓN FRONTAL

### Doble osteotomía de elevación<sup>(2)</sup>

Los principios técnicos son similares, así como el acceso quirúrgico. Tras realizar el corte de la osteotomía clásica, se



**Figura 7. Doble osteotomía de elevación. (Tomada de M. Núñez-Samper et al.<sup>[28]</sup>.)**

**Figure 7. Double elevation osteotomy (From M. Núñez-Samper et al.<sup>[28]</sup>.)**

hace una segunda osteotomía paralela para extraer una lámina ósea de un grosor determinado. Se fija igualmente con un minitornillo (Figura 7). De esta manera, se hace ascender la cabeza metatarsal tantos milímetros como tenga de grosor la lámina reseca. Y, si estamos ante un caso de desalineación mixta, podemos retrasar la cabeza metatarsal a la vez que la hacemos subir.

## BIBLIOGRAFÍA

- Saló, JM, Borrás, F. Metatarsalgias. En: Viladot-Pericé A. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Toray; 1989. p. 167-88.
- Viladot-Voegeli A, Viladot-Pericé A. Síndrome de insuficiencia del primer radio. En: Núñez-Samper M, Llanos Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007. p. 235-48.
- Maceira-Suárez E. Aproximación al estudio del paciente con metatarsalgia. Revista del Pie y Tobillo 2003; XVII (2): p. 14-29.
- Valenti V, Viladot-Pericé A. Principios de biomecánica del antepié. En: Espinar-Salom E. Progresos en medicina y cirugía del pie: pasado, presente y futuro. Madrid: Acción Médica; 2000. p. 119-23.
- Llanos Alcázar, L. La bóveda plantar. En: Espinar-Salom E. Progresos en medicina y cirugía del pie: pasado, presente y futuro. Madrid: Acción Médica; 2000. p. 125-35.
- Viladot-Pericé A. Patología del antepié. Barcelona: Toray; 1974. p. 25-40.
- Núñez-Samper M, Llanos Alcázar LF. Biomecánica. Medicina y Cirugía del Pie. Madrid: Copynorte; 1989.
- Martorell Martorell J. Exploración complementaria específica del pie. En: Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Núñez-Samper M, Llanos Alcázar LF. Barcelona: Masson; 1997. p. 95-9.
- Bardelli M, Turelli L, Scoccianti G. Definition and classification of metatarsalgia. Foot Ankle Surg 2003; 9: 79-85.
- Larraínzar Garijo R, García Aznar J, Díez Nicolás E. Análisis de simulación por elementos finitos del pie de la fórmula metatarsal de Maestro. Revista del Pie y Tobillo 2006; XX(2): 137-44.
- Barouk L. Forefoot reconstruction. Paris: Springer; 2003. p. 109-32.
- Galeote Rodríguez J. Estudio clínico y radiológico del tratamiento de la metatarsalgia mediante la osteotomía de Weil, aislada o asociada a otras técnicas quirúrgicas. Madrid: Universidad Complutense; 2004.
- Maestro M, Augoyard M, Barouk L. Biomécanique et repères radiologiques du sésamoïde latéral de l'hallux par rapport à la palette métatarsienne. Med Chir Pied 1995; 11: 145-54.
- O'Kane C, Kilmartin T. The surgical management of central metatarsalgia. Foot Ankle Int 2002; 23: 415-9.
- Ruiz-Ibán M, Antonio-Fernández M, Galeote-Rivas A. La osteotomía de Weil en el tratamiento de las metatarsalgias de los radios centrales. Rev Ortop Traumatol 2006; 50: 30-37.
- Más Moliné S. Osteotomía cervicocapital. En: Núñez-Samper M, Llanos Alcázar LF, Viladot Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2003. p. 162-63.
- García Rey E, Cano Egea J, Guerra Vélez P. The Weil osteotomy for median metatarsalgia. A short-term study. Foot Ankle Surg 2004; 10: 177-80.
- Kitaoka H, Alexander L, Adelaar R. Clinical rating systems for ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. Foot Ankle Surg 1991; 15: 349-53.
- García Fernández D, Larraínzar Garijo R, Llanos Alcázar L. Estudio comparativo de la osteotomía de Weil abierta: ¿es necesaria siempre la fijación? Rev Ortop Traumatol 2006; 50: 292-7.
- Jarde O, Hussenet D, Vimont E. L'osteotomie cervico-capitale de Weil dans les metatarsalgies medianes. Étude de 70 cas. Acta Orthop Belg 2001; 67: 139-48.
- Vandeputte G, Dereymaeker G, Steenwerckx A. The Weil osteotomy of the lesser metatarsals: A clinical and pedobarographic follow-up study. Foot Ankle Int 2000; 21: 370-4.
- Hofstaetter S, Hofstaetter J, Petroutsas J. The Weil osteotomy: a seven-year follow-up. J Bone Joint Surg Br 2005; 87(11): 1507-11.
- Barouk L. L'ostéotomie cervico-capitale de Weil dans les métatarsalgies médianes. Med Chir Pied 1994; 10: 23-33.
- Maceira Suárez E. Osteotomía cervicocapital triple. En: Núñez-Samper M, Llanos Alcázar LF, Viladot Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2003. p. 164-66.
- Melamed E, Schon L, Myerson M. Two modifications of the Weil osteotomy: analysis on sawbone models. Foot Ankle Int 2002; 23: 400-5.
- Trnka H, Nyska M, Parks B. Dorsiflexion contracture after the Weil osteotomy: results of cadaver study and three-dimensional analysis. Foot Ankle Int 2001; 22: 47-50.
- Trnka, H, Mühlbauer M, Zettl R. 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.
- Núñez-Samper M, Llanos Alcázar LF, Viladot Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2003.