



Artículo Aceptado para su pre-publicación / Article Accepted for pre-publication

Título / Title:

Cirugía metatarsal mínimamente invasiva en la metatarsalgia iatrogénica. Serie de casos retrospectiva. / Distal metatarsal mini-invasive osteotomy for the iatrogenic metatarsalgia. Retrospective study of a serie of cases.

Autores / Authors:

Pablo Del Bello Cobos, Eduardo Nieto García, Carmen Naranjo Ruiz, Leonor Ramírez Andrés, Elena Nieto González

DOI: [10.20986/revesppod.2020.1574/2020](https://doi.org/10.20986/revesppod.2020.1574/2020)

Instrucciones de citación para el artículo / Citation instructions for the article:

Del Bello Cobos Pablo, Nieto García Eduardo, Naranjo Ruiz Carmen, Ramírez Andrés Leonor, Nieto González Elena. Cirugía metatarsal mínimamente invasiva en la metatarsalgia iatrogénica. Serie de casos retrospectiva. / Distal metatarsal mini-invasive osteotomy for the iatrogenic metatarsalgia. Retrospective study of a serie of cases.. Rev. Esp. Pod. 2020. doi: 10.20986/revesppod.2020.1574/2020.



Este es un archivo PDF de un manuscrito inédito que ha sido aceptado para su publicación en la Revista Española de Podología. Como un servicio a nuestros clientes estamos proporcionando esta primera versión del manuscrito en estado de pre-publicación. El manuscrito será sometido a la corrección de estilo final, composición y revisión de la prueba resultante antes de que se publique en su forma final. Tenga en cuenta que durante el proceso de producción se pueden dar errores lo que podría afectar el contenido final.



ORIGINAL

Artículo bilingüe español/inglés

Rev Esp Podol. 2020;31(2):93-101

DOI: 10.20986/revesspod.2020.1574/2020

Cirugía metatarsal mínimamente invasiva en la metatarsalgia iatrogénica. Serie de casos retrospectiva

Distal metatarsal mini-invasive osteotomy for the iatrogenic metatarsalgia. Retrospective study of a serie of cases

Pablo del Bello Cobos¹, Eduardo Nieto García², Carmen Naranjo Ruiz³, Leonor Ramírez Andrés² y Elena Nieto González²

Práctica privada, Podología Del Bello. Alicante, España. ²Práctica privada, E. Nieto Podólogos. Logroño, España. ³Práctica privada, Podocen. Madrid, España

Palabras clave:

Cirugía podológica, osteotomía de Weil, complicaciones, cirugía mínimamente invasiva, iatrogenia Weil, osteotomía metatarsal distal mínimamente invasiva, presiones plantares, escala AOFAS.

Keywords:

Podiatric surgery, Weil's osteotomy, complications, minimally invasive surgery, Weil iatrogenesis, distal metatarsal minimal invasive osteotomy (DMMO), plantar loading, AOFAS score.

Resumen

Introducción: La osteotomía de Weil y sus posteriores modificaciones son hoy en día las técnicas mayoritarias de elección para el tratamiento de la metatarsalgia mediante cirugía abierta, mientras que la osteotomía capital intracapsular lo es de la cirugía mínimamente invasiva (CMI). El objetivo de este trabajo es valorar la eficacia de las osteotomías capitales metatarsales mediante CMI en la reintervención de complicaciones derivadas de la técnica Weil y sus variantes.

Pacientes y métodos: Se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo, de una cohorte de 18 casos, con 20 pies intervenidos en los que se habían practicado 48 osteotomías metatarsales tipo Weil y se encontraron complicaciones posquirúrgicas. En estos casos se practicaron, como técnica de rescate, 34 osteotomías metatarsales mínimamente invasivas durante el periodo comprendido entre 2010 y 2018. Como método de evaluación se midió la presión máxima metatarsal pre y posquirúrgica (KPa), así como la cumplimentación por parte del paciente del cuestionario para metatarsianos menores y articulaciones interfalángicas de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS), tanto previamente como seis meses después de la intervención.

Resultados: Obtuvieron datos estadísticamente significativos tanto en la disminución de la presión máxima posquirúrgica (con un promedio de 83.28 KPa; $p < 0.001$) como en la escala AOFAS, consiguiendo un incremento porcentual medio de 48.5 puntos tras la intervención CMI.

Conclusiones: En el presente artículo se aportan datos que apoyan el uso de la CMI metatarsal como técnica válida para la reintervención de complicaciones derivadas de una osteotomía de Weil.

Abstract

Introduction: Weil osteotomy and its subsequent modifications are currently the most common techniques of choice for the treatment of metatarsalgia by open surgery, whereas intracapsular capital osteotomy is a minimally invasive surgery (MIS). The objective of this work is to assess the efficacy of metatarsal capital osteotomies using MIS in reintervention of complications derived from the Weil technique and its variants.

Patients and methods: An observational descriptive retrospective study of a cohort of 20 feet in 18 cases that underwent surgery with 48 Weil-type metatarsal osteotomies. These underwent 34 minimally invasive metatarsal osteotomies as a rescue technique during the period between 2010 and 2018. As an evaluation method, the pre- and postoperative maximum metatarsal pressure (kPa) was measured and the patient completed the American Orthopaedic Foot and Ankle Society AOFAS questionnaire for lesser metatarsals and interphalangeal joints after the intervention.

Results: Statistically significant data were obtained, both in decreased maximum postoperative pressure (with an average of < 83.28 kPa; $p < 0.001$) and on the AOFAS scale, with an average percentage increase of 48.5 points after MIS.

Conclusion: This article provides data that supports the use of metatarsal MIS as a validated technique for the reoperation of complications derived from a Weil osteotomy.

Recibido: 21-04-2020

Aceptado: 19-06-2020



0210-1238 © Los autores. 2020.
Editorial: INSPIRA NETWORK GROUP S.L.
Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC Reconocimiento 4.0 Internacional
(www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Correspondencia:

Pablo del Bello Cobos
pablodelbello@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La metatarsalgia es una de las patologías del pie con mayor prevalencia en la práctica clínica. Su abordaje quirúrgico, siempre complejo, ha experimentado un salto exponencial en las últimas décadas gracias a la introducción de la osteotomía de Weil¹ y sus posteriores modificaciones. En la medida en que proliferan estudios sobre estas técnicas, nos devuelven una imagen de una osteotomía muy bien valorada por los autores que la practican, aunque estos admiten que existen puntos oscuros en sus planteamientos, los cuales generan complicaciones con tasas de incidencia relativamente altas².

A su vez, para la realineación quirúrgica de la paleta metatarsal, se encuentra la cirugía mínimamente invasiva (CMI). Su evolución también ha sido meteórica y paralela a las técnicas de cirugía abierta, pero partiendo de preceptos diferentes: mínima alteración de las estructuras blandas de sostén de la articulación, ausencia de fijación interna y apoyo precoz. Este estudio se centra en el grupo de las metatarsalgias iatrogénicas³, que pueden resumirse como el fracaso de las osteotomías metatarsales centrales (indicación vs. técnica)⁴, provocando recidiva o transferencia de la metatarsalgia, ya sea por una técnica poco o excesivamente correctora o por la no intervención de un determinado metatarsiano.

La metatarsalgia iatrogénica presenta como sintomatología principal el dolor y la inflamación, así como hiperqueratosis o helomas por el excesivo aumento de presión en uno o varios puntos del antepié, provocado por la discrepancia de longitud y/o de alineación en el plano frontal obtenidos tras la intervención⁵.

El tratamiento ortopodológico será la primera opción de abordaje e irá dirigido a redistribuir las cargas del antepié mediante ortesis plantares. Al tratamiento conservador se asocian antiinflamatorios orales, infiltraciones locales y terapia física.

El fracaso del tratamiento incruento precisa plantear una alternativa quirúrgica que tenga como objetivo reestablecer la longitud y posición de las cabezas metatarsales que se encuentren sobrecargadas. La técnica Weil con sus distintas modificaciones (triple, doble capa, *tilt up*, *tilt down*)^{6,7}, con o sin fijación, se ha convertido actualmente en la opción quirúrgica de elección de la cirugía abierta, desbancando a otras técnicas que tienen por objetivo el tratamiento de las metatarsalgias mecánicas y que actúan a distintos niveles del metatarsiano como son, por ejemplo, la osteotomía basal tipo Golfard o la osteotomía diafisaria tipo Helal⁸.

No obstante, a pesar del buen rendimiento que se deduce de los distintos artículos consultados⁹⁻¹³, el 80-85 % de resultados buenos o excelentes, también los autores refieren un tanto por ciento de resoluciones no satisfactorias. Estos son los casos seleccionados de nuestra práctica clínica, y en los que este trabajo pretende incidir desde un abordaje mínimamente invasivo.

Este artículo no pretende ser una comparativa entre técnicas abiertas o cirugía mínimamente invasiva^{14,15}, sino expo-

ner cómo abordar desde el enfoque de la CMI los casos de iatrogenia, los resultados que se obtienen y por qué es una opción de rescate excelente para tener en cuenta incluso para cirujanos que realicen cirugía abierta cuando esta les genere complicaciones. Barouk valora la DMMO como una opción interesante para el tratamiento de la metatarsalgia recurrente, aunque matiza que necesita ser evaluada mediante estudios, como en el que nos encontramos, que apoyen dicha teoría¹⁶.

PACIENTES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y multicéntrico, en individuos diagnosticados de metatarsalgia iatrogénica tras intervención quirúrgica con osteotomía tipo Weil (una o varias), ejecutadas por cirujanos pertenecientes a la Asociación Española de Cirugía Mínimamente Invasiva del Pie (AEMIS). Se llevó a cabo respetando los principios de la Declaración de Helsinki.

Población de estudio

El criterio de inclusión para el estudio fue de pacientes operados de cirugía de los metatarsianos centrales mediante técnica Weil o sus modificaciones y que tuvieron que ser posteriormente reintervenidos por complicaciones de esta, y se optó por realizar un abordaje mínimamente invasivo. Quedaron excluidos los pacientes que hubieran sido operados del metatarso central por otras técnicas que no fueran Weil o sus modificaciones o que hubieran sido reintervenidos con técnicas de cirugía abierta.

Técnica quirúrgica

La cirugía se realizó bajo anestesia locorregional del metatarsiano afecto en los casos en los que no hubo otras técnicas asociadas o con bloqueo de tobillo en las que sí, siguiendo la técnica descrita por Nieto y cols.¹⁷.

Se realizó una intervención mediante cirugía mínimamente invasiva realizando osteotomías capitales en uno o varios metatarsianos, así como otras técnicas CMI asociadas para la corrección de la desalineación digital o dedos flotantes presentes en algunos de los pacientes seleccionados. Asociando para su resolución: osteotomías falángeas incompletas (ODI), osteotomías completas, artrodesis, artroplastias, tenotomías flexo-extensoras y capsulotomías; también se registraron los casos en los que se habían realizado procedimientos previos en el Hallux y los casos en los que hubo que intervenir a este nivel en la cirugía de rescate.

Con un abordaje dorsal al metatarsiano, se hizo una incisión en piel de 2 mm, con bisturí Beaver con hoja n.º 64, se profundizó haciendo un despegamiento de planos y se proyectó la incisión en la cápsula hasta alcanzar el cuello quirúrgico, bajo control fluoroscópico. Se introdujo la fresa Shannon Isham



Figura 1. Posicionamiento de la fresa a 45° a nivel de cuello quirúrgico, calibrando que no haya conflicto con el material de osteosíntesis al realizar la osteotomía.



Figura 2. Realizamos tracción distal de los dedos para comprobar que la osteotomía se ha completado.

straight flute 2.0 x 12 mm lateralmente en el caso de ser un pie izquierdo o medialmente en los pies derechos, con una angulación dorsal-distal plantar-proximal (DDPP) de 45° en el cuello quirúrgico del metatarsiano.

Una vez posicionados, la particularidad de esta intervención residió en la presencia de material de osteosíntesis cercano a la osteotomía. Bajo control fluoroscópico se aseguró de que no existiera conflicto entre fresa y tornillo, modificando angulación y/o nivel de la osteotomía cuando fue necesario (Figura 1).

La osteotomía comenzó desde la ubicación en cuello quirúrgico con angulación de 45°, se ejecutó mediante movimientos oscilantes del motor (DDPP), sin perder la angulación, a bajas revoluciones con pieza de mano reductora 4:1, realizándose el corte en vaivén hasta completar la mitad el metatarsiano; en este momento se inclinó la cola del motor hasta situarse en la cortical plantar y, desde esta posición, se ascendió siguiendo la línea de corte ya creada hasta notar la falta de resistencia a nivel dorsal, que indica que el corte se ha completado. En el caso de necesitar un mayor acortamiento, es posible ampliar la osteotomía con una segunda pasada.

Se comprobó posteriormente bajo control fluoroscópico que se produjo desplazamiento de los fragmentos al realizar tracción hacia distal del dedo intervenido (Figura 2).

Una vez finalizadas las osteotomías metatarsales previstas, que siempre deben ser el primer gesto quirúrgico programado para la alineación del radio, si existieron otras complicaciones como dedo flotante, se prosiguió con el resto de procedimientos CMI secuencialmente, de proximal a distal; osteotomías ODI y técnicas complementarias de alineación digital, que

contribuyen a la reducción de las fuerzas negativas ejercidas por el dedo contra el metatarsiano y a su alineación.

El vendaje se realizó mediante corbatas digitales de tejido adhesivo no tejido también denominado *non woven* esterilizado. Si se realizaron otros procedimientos asociados se aplicaron los vendajes pertinentes para esas técnicas (Figura 3). Se completó la fijación con venda cohesiva y el zapato posquirúrgico.



Figura 3. Vendaje posquirúrgico con corbatas de esparadrapo tipo *non woven*.

Las curas posoperatorias siguieron el protocolo habitual, con cambios semanales del vendaje, hasta que se observó consolidación de la fractura con la formación del callo óseo. El paciente deambuló durante este periodo siempre con zapato quirúrgico de suela rígida, permitiendo la carga inmediata tras la intervención.

Recogida de datos

Todos los datos fueron obtenidos por el autor principal del estudio (P.D.B.), fruto de un estudio multicéntrico de revisión de las historias clínicas de las intervenciones realizadas en cinco centros colaboradores, en el periodo comprendido en el estudio de 2010 a 2018. La Tabla I recoge la información de toda la muestra del estudio.

Como datos quirúrgicos se contemplaron: sexo, edad, pie intervenido, meses tras Weil, si se asoció cirugía de Hallux y/o digital en dicha operación, la localización de la osteotomía Weil y la medición podobarométrica de la sobrecarga. Las variables recopiladas como complicaciones posquirúrgicas fueron: si hubo desalineación digital pos-Weil, si se generó una limitación de movilidad metatarso falángica, la presencia de hiperqueratosis posintervención, la recidiva de la metatarsalgia y metatarsalgias de transferencia.

En la segunda intervención realizada para revertir las complicaciones se recogieron los siguientes parámetros: localización de las osteotomías CMI, si se intervino el Hallux, si hubo CMI digital asociada y la medición podobarométrica posquirúrgica.

Para la evaluación de los resultados obtenidos pre y posquirúrgicos, se realizó estudio en estática con plataforma podobarométrica, prequirúrgicamente y tras seis meses del alta de la intervención. Se valoró la presión máxima preoperatoria y postoperatoria a nivel del metatarso intervenido medida en kPa (Figura 4).

El paciente respondió al cuestionario basado en la escala AOFAS para metatarsianos menores y articulaciones interfalángicas pre y 6 meses posquirúrgicamente¹⁸.

Análisis de datos

Se verificó previamente a la realización de los análisis inferenciales el cumplimiento de la normalidad para las variables "Presión máxima preoperatoria" y "Presión máxima posoperatoria" (ambas medidas en KPa), así como para "AOFAS" en el pre y en el postest (valoradas en porcentajes). Se aplicó el estadístico de Shapiro-Wilk para verificar el cumplimiento de la normalidad.

Dado que para las dos medidas de AOFAS (pre y postest) se verificó el cumplimiento de la normalidad, se aplicó la prueba *t* de Student para grupos relacionados para detectar las posibles diferencias en dicha variable entre el pre y el postest. En cambio, en el caso de la variable Presión, en el pretest no se pudo asumir la normalidad de la distribución de las puntuaciones, por lo que se aplicó la prueba no paramétrica (o de

libre distribución) equivalente a la *t* de Student para muestras relacionadas, es decir, la prueba de Wilcoxon. Se calcularon, en ambos casos, tanto la media como la mediana, como medidas de tendencia central y como medida de dispersión la desviación típica. Adicionalmente, se informó para cada variable de las puntuaciones mínima y máxima obtenidas por los participantes. El análisis se realizó mediante el programa informático SPSS versión 22 (IBM Corp, Armonk, EE. UU.).

RESULTADOS

Se obtuvo una serie de 18 pacientes, 20 pies intervenidos con 48 osteotomías metatarsales tipo Weil a las que se le practicaron como técnica de rescate 34 osteotomías metatarsales mínimamente invasivas. La muestra para la presente investigación fue de 16 mujeres (80 %) frente a 4 hombres (20 %). El promedio de edad fue de 59 años (DT = 17.22), con una edad máxima de 84 y una mínima de 23 años, siendo la edad más frecuente (moda) los 73 años.

Se aplicó la prueba de Wilcoxon para verificar las posibles diferencias de presión entre el pre y el postest que ofrecieron los estadísticos descriptivos en ambos momentos de medición (Tabla II). Los resultados mostraron un descenso ($Z_w = -3.92$; $p < 0.001$) de la presión máxima preoperatoria (Media = 216.66) frente a la postoperatoria (Media = 133.38) con una disminución promedio en presión máxima de 83.28 KPa.

Se realizó la prueba *t* de Student para grupos relacionados entre el pre y el postest para la variable AOFAS (Tabla III). Los resultados de dicha prueba mostraron un incremento en porcentaje significativo en el postest respecto al pretest (porcentajes respectivos, en promedios, de 88.25 y 39.75; $t [19] = -18.90$; $p < 0.001$). En concreto, se produjo un incremento promedio de 48.50 puntos porcentuales ([IC 95 %] = -53.87 y -43.13, para la diferencia). Más de la mitad de la muestra superó el 90 % en el postest, cuando en el pretest tan solo se alcanzó el 62 % como valor máximo.

DISCUSIÓN

La cirugía capital del metatarso central realizada mediante cirugía tradicional ha experimentado un notable incremento en las últimas décadas, especialmente gracias a la técnica Weil. Antiguamente consideradas intervenciones con mal pronóstico debido a que las técnicas que le precedieron eran altamente inestables y cuyos resultados tanto en el acortamiento como en la elevación del metatarsiano eran frecuentemente impredecibles, la técnica Weil ofreció a los cirujanos, por primera vez, una osteotomía con la que se podía calcular de forma precisa y reproducible el grado de acortamiento metatarsal deseado y que, a su vez, permitía la carga precoz sin miedo a los desplazamientos no deseados de los fragmentos de la osteotomía.

Tabla I. Población y variables del estudio.														
Casos	Edad	Sexo	Pie	Meses tras Weil	Hallux intervenido	Weil	DX referido	Osteot metatarsales DMMO	CMI digital	CMI hallux	Presión máxima pre (KPa)	Presión máxima post (KPa)	AOFAS pre	AOFAS post
Caso 1	34	M	D	16	No	M2 M3 M4	DD >MMTT-F HQ RV	M3 y M4	No	No	246.3	99.2	25	83
Caso 2	59	H	I	32	Artrodesis MTTF placa	M2 M3	>MMTT-F HQ RV	M3	No	No	223.4	169.3	54	90
Caso 3	37	M	I	144	No	M2 M3	DD >MMTT-F HQ RV	M3	2 ODI FP base + ODI FM 3 ODI FP base + ODI FM	No	238.0	160.4	62	82
	37	M	D	132	No	M2 M3	HQ TF	M2	No	No	245.2	153.2	57	90
Caso 4	43	M	D	72	No	M2 M3 M4	DD >MMTT-F RV	M2, M3 y M4	2 ODI FP + partes blandas 3 ODI FP distal, ODI FM + partes blandas 4 ODI FP, ODI FM + partes blandas	Akin Tenotomía Extensor	221.3	103.6	42	95
Caso 5	53	H	I	108	Scarf + Akin	M2 M3	HQ TF	M3 y M4	2 partes blandas 3 partes blandas	No	205.5	129.1	25	73
Caso 6	73	M	I	21	No	M2 M3	DD >MMTT-F TF	M4	4 ODI FP base + ODI FM	No	245.2	179.0	29	78
	73	M	D	22	No	M2 y M3	DD >MMTT-F HQ RV	M2	2 FP base desrotadora	Akin	233.8	150.6	52	95
Caso 7	67	M	D	24	Chevron	M3 y M4	DD >MMTT-F HQ RV	M2, M4 y M5	2 ODI FP completa FM 3 ODI FP 4 ODI FP 5 FM completa	Akin	212.9	98.2	35	100
Caso 8	70	M	I	60	Keller	M2 y M3	DD >MMTT-F HQ RV	M2, M3 y M4	2 ODI FP desrotadora 3 ODI FP ODI FM 4 ODI FP ODI FM 5 FM completa	Akin	243.9	135.1	37	90
Caso 9	63	M	D	64	Austin	M2 M3 M4	DD >MMTT-F HQ RV	M2 y M3	2 completa FP completa FM 3 completa FP completa FM	No	151.9	107.4	40	100
Caso 10	68	M	I	12	Austin + Akin	M2 M3	>MMTT-F RV	M2	2 ODI en FP	No	208.3	112.5	32	77
Caso 11	62	H	I	33	No	M2 M3 M4	DD >MMTT-F RV	M3 y M4	4 ODI FP base ODI FM	No	233.9	122.8	35	85
Caso 12	84	M	I	60	Keller	M3 M4	DD HQ RV	M3	No	No	233.2	99.6	32	95
Caso 13	78	M	D	38	Keller	M2 M3 M4	HQ	M3	No	No	224.7	177.5	57	100
Caso 14	78	M	D	18	No	M2 M3 M4	DD >MMTT-F RV	M2	Partes blandas	No	246.3	134.7	37	85
Caso 15	67	M	D	26	No	M2 M3	HQ TF	M4	No	No	227.8	157.2	54	90
Caso 16	46	H	D	25	No	M2 M3	DD >MMTT-F HQ RV TF	M3 y M4	2 ODI base FP 3 ODI FP base + FP cuello 4 ODI FP + artrodesis IF proximal	Akin	223.1	124.4	22	77
Caso 17	23	M	I	22	Silver + Akin	M2 M3 M4	DD HQ RV TF	M2, M3 y M4	2 FP base 3 FP base + FP cuello 4 FP	Reverdin	246.2	235.0	38	85
Caso 18	73	M	D	28	No	M2 M3 M4	DD >MMTT-F HQ RV	M2, M3 y M4	2 ODI FP base + ODI FM 3 ODI FP base + ODI FP cuello 4 ODI FP ODI FM	No	221.4	112.0	30	95

DD: desalineación digital. > MMTT-F: disminución movilidad metatarsofalángica. HQ: hiperqueratosis. RV: recidiva metatarsalgia. TF: metatarsalgia de transferencia. FP: falange proximal. FM: falange media.

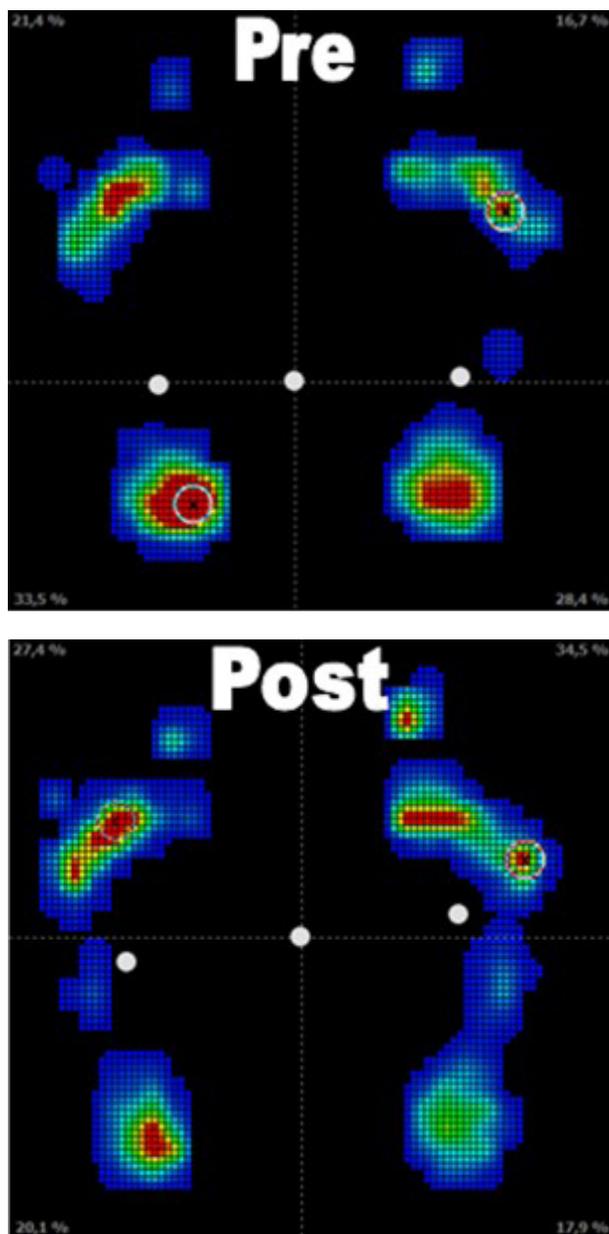


Figura 4. Estudio biomecánico en estática. Se aprecia la redistribución de cargas a nivel del metatarso en el pie derecho. Situado a nivel de M4 el punto de máxima presión preoperatoriamente, desapareciendo en el análisis postoperatorio a los 6 meses de CMI con osteotomías capitales de M3 y M4.

Tabla II. Estadísticos descriptivos para Presión máxima KPa (pre y postoperatoria).

Estadístico	Presión máxima preoperatoria	Presión máxima postoperatoria
Media	216.66	133.38
Mediana	230.50	131.90
DT	50.71	44.78
Mínimo	22.13	10.36
Máximo	246.30	235.00

Los factores que llevan a un fracaso del Weil son diversos. Nacida como una técnica que solucionaba todos los problemas que surgían al realizar las osteotomías anteriormente publicadas, su amplia difusión y rápida popularización entre los cirujanos mundiales ha permitido la publicación de gran número de artículos que exponen una amplia casuística de éxitos y fracasos^{2,8,10-12,19-23}.

Del análisis de las distintas complicaciones observadas y de sus causas se puede extraer la tesis de que no es una técnica tan fácil de ejecutar, tal y como fue descrita por Lowel Scott Weil, debido a la imposibilidad técnica de realizar el corte paralelo al suelo como demostraron Trnka y cols. en su estudio en cadáver²⁴, lo cual conlleva plantarflexiones excesivas de la cabeza cuando se realizan acortamientos generosos del metatarsiano (> 3 mm), generando metatarsalgias recidivantes de origen iatrogénico. A su vez, las distintas modificaciones surgidas para contrarrestar las limitaciones de la técnica original, generan nuevos problemas, como son la generación de metatarsalgias de transferencia en el triple Weil, debido a su efecto dorsiflexor además de acortador²⁵, y también incrementan el grado de dificultad técnica en su ejecución. La ventaja técnica que ofrecía el procedimiento para el cirujano de medir el grado de corrección de la longitud intraquirúrgicamente se vería afectada con las modificaciones, ya que al corregir en dos planos del espacio podría verse alterada la fiabilidad de la medición.

La determinación de la longitud metatarsal intraoperatoriamente y en descarga es técnicamente difícil y puede aportar datos inexactos. Pero aún más compleja es la medición de la corrección en el plano frontal de un metatarsiano respecto al siguiente con nuestro paciente en decúbito supino en la mesa operatoria, existiendo claroscuros en el diseño y pla-

Tabla III. Estadísticos descriptivos y prueba de muestras relacionadas (t de Student) para AOFAS pre-pos.

Variable	Estadísticos descriptivos				Diferencias relacionadas					
	Media	DT	Mín	Máx	IC (95) DM					
					DM	DT	Inf	Sup	$t_{(19)}$	p
AOFAS_pre	39.75	12.130	22	62	-48.50	11.48	-53.87	-43.13	-18.90	< 0.001
AOFAS_pos	88.25	8.265	73	100						

IC (95 %) DM: intervalo de confianza para la diferencia de medias. Inf: límite inferior. Sup: límite superior.

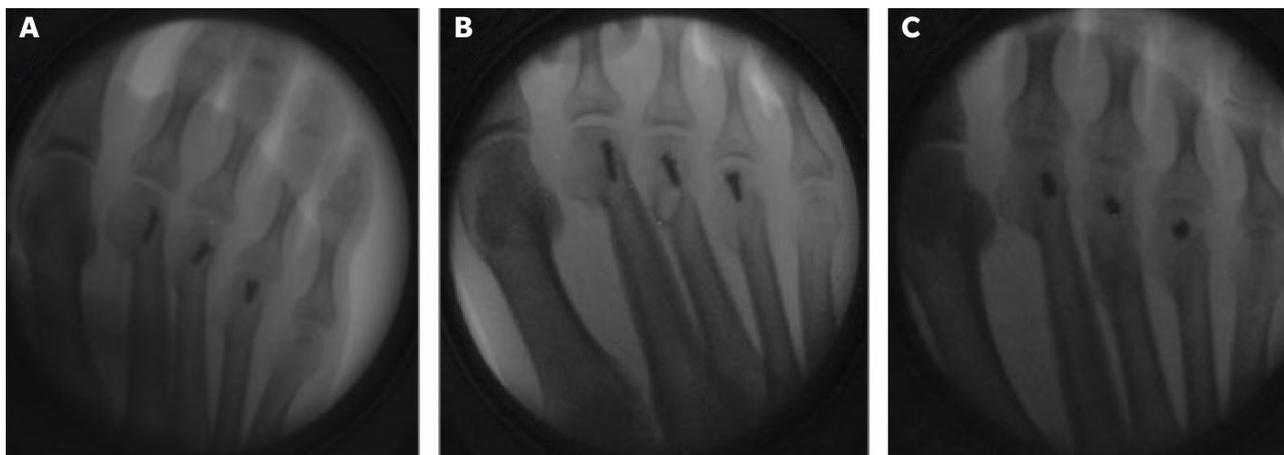


Figura 5. A. Fluoroscopia previa a la intervención. B. Fluoroscopia inmediatamente después de la intervención. C. Imagen del callo óseo ya consolidado tras revisión a los seis meses.

nificación de estas intervenciones que la literatura científica aún no ha sido capaz de esclarecer. A todo esto se une la dificultad siempre presente a la hora de planear la cirugía metatarsal, sea cual sea la técnica, sobre cuántos y cuáles deben ser los metatarsianos intervenidos²⁶⁻²⁹. No existe un criterio único que sea infalible para todos los casos, ya que hay tantas variables como pies. Es por ello que, cuando la realización de la historia clínica, la exploración del paciente, el análisis de las pruebas complementarias y el diagnóstico no sean los correctos, aumenta la probabilidad de que aparezcan las complicaciones³⁰.

Desde el abordaje mínimamente invasivo, el planteamiento prequirúrgico será el mismo que en la cirugía tradicional, con la ventaja de que será el propio metatarsiano el que se recoloca en la posición biomecánicamente más equilibrada gracias al diseño intrínsecamente estable de la osteotomía, sumado al efecto elevación y acortamiento coaxial respecto al eje diafisario del metatarsiano que produce el paso de fresa, modificando la posición del metatarsiano en los tres planos del espacio³¹, con un retroceso medio descrito entre los artículos consultados entre 6.4 mm³² y 4.01 mm³³, discrepancia que los autores atribuimos al número de pasadas de fresa en la ejecución de la osteotomía. Su ubicación intracapsular y el daño mínimo que sufren las estructuras de sostén articular³⁴, evitarán el desplazamiento a posiciones no deseadas de los fragmentos resultantes de la osteotomía, siendo por tanto innecesaria su fijación interna con materiales de osteosíntesis. Signo de que no hay movilidad interfragmentaria es el hecho de que no se han generado callos hipertróficos en ninguno de los casos de esta muestra, alcanzando la curación ósea por consolidación directa. La suma de estos factores permitirá el posicionamiento biomecánico de los metatarsianos, por la actuación de las fuerzas de resistencia del suelo, desplazando la cabeza hasta una situación de carga normalizada y reconfigurando la paleta metatarsal sin haber alterado la articulación

metatarsofalángica ni haber disminuido su rango de movilidad³⁰. La CMI asume que es la delegación en la carga precoz posoperatoria la que proporcionará el grado de corrección de la paleta metatarsal que finalmente se obtendrá, aunque faltan estudios actualmente que evidencien que eso ocurra de esta manera (Figura 5).

Por ello surge la necesidad de plantear la hipótesis que enmarca este trabajo. Considerando que las técnicas CMI de osteotomías capitales metatarsales son eficaces en el tratamiento de la metatarsalgias mecánicas³⁰, deben ser igualmente eficaces en el tratamiento de la metatarsalgias iatrogénicas cuando se trate de articulaciones ya intervenidas, a pesar de que sus estructuras de sostén pueden haber quedado debilitadas por la cirugía anteriormente realizada.

Debido a que es la técnica de elección más comúnmente encontrada, se seleccionaron los casos de iatrogenias tras intervenciones tipo Weil y sus modificaciones, no pudiendo saber en la mayoría de los casos cuál fue la técnica exactamente realizada (simple, triple, *titl up* o *down*, doble capa, etc.).

Respecto a la inclusión de los casos con Hallux intervenidos en la misma cirugía del Weil, los autores plantean que no alteran los resultados de este estudio ya que se focaliza en solucionar recurrencias de la metatarsalgia, independientemente de que la técnica esté bien ejecutada o no. En el caso de los Hallux valgus que habían fracasado, han tenido que ser reintervenidos simultáneamente para asegurar la corrección metatarsal, obteniendo resultados similares en esta muestra, se haya actuado a nivel del primer radio o no.

Asimismo, se debería evaluar el comportamiento de los gastrocnemios, dado que existen estudios que interrelacionan su acortamiento con el desarrollo del Hallux valgus y la metatarsalgia. La realización prequirúrgica del test de Silfverskiöld es recomendable para valorar este factor¹⁶.

A pesar de estas limitaciones, los positivos resultados obtenidos tras el análisis estadístico de los datos recopilados en



Figura 6. A. Imagen preoperatoria. B. Corrección obtenida en el posoperatorio inmediato.

este estudio invitan a ser optimistas en relación con la hipótesis planteada (Figura 6). Los rendimientos conseguidos tras realizar la prueba de la *t* de Student para los valores de la escala AOFAS mostraron un incremento promedio de la escala de 48.50 en puntos porcentuales (porcentajes respectivos, en promedios, de postoperatorio 88.25 y en el preoperatorio 39.75; $t(19) = -18.90$; $p < 0.001$), más de la mitad de la muestra superó los 90 puntos sobre 100 de la escala cuando en la evaluación preoperatoria tan solo se alcanzaron 62 puntos como valor máximo.

A su vez, para la valoración de la disminución de la presión máxima pre y posoperatoria bajo la prueba de Wilcoxon se constató una reducción significativa ($Z_w = -3.92$; $p < 0.001$) con una disminución promedio en la presión máxima de 83.28 KPa, consiguiendo una presión media de 133.38 KPa frente a la media prequirúrgica que era de 216.66 KPa.

Highlander y cols., en su revisión bibliográfica del 2011, analizaron 17 artículos de impacto sobre la técnica Weil. Contabilizaron 1131 osteotomías, recopilando las complicaciones descritas, siendo el dedo flotante con una prevalencia del 36 % el más habitual, seguido de la recidiva en el 15 %, la transferencia de la metatarsalgia el 7 %, mientras que el retraso de la osificación, la no unión y mal unión entre todas alcanzaron un 3 % de los casos².

Hallamos parámetros similares en iatrogenias pos-Weil en nuestro estudio, como son: la recidiva de la metatarsalgia (16 casos), seguida muy de cerca de la hiperqueratosis (15 casos), la desalineación digital posWeil (14 casos) y la menor movilidad MTF posWeil (14 casos) que se encuentran conjuntamente en el 66 % de los casos, y ya a mucha distancia la metatarsalgia de transferencia (5 casos), de lo que podemos teorizar, teniendo en cuenta las limitaciones de la muestra, que los problemas sobrevenidos tras la intervención podrían ser más frecuentemente originados por la ejecución de la técnica en la que incluiríamos: una osteotomía incorrectamente realizada, un manejo erróneo de las partes blandas por déficit o exceso de manipulación, infección o un posope-



Figura 7. A. Heloma neurovascular recidivante bajo cabeza de M3 tras intervención de osteotomía Weil. B. Desaparición total de la hiperqueratosis tras CMI realizando osteotomías capitales de M3 y M4. Revisión de seis meses.

ratorio inadecuado, entre otras, que por el mal planteamiento de esta: número de metatarsianos intervenidos, técnica de elección (simple, triple, doble capa, etc.) y/o grado de acortamiento prequirúrgico planificado. Aunque se precisan más datos para poder corroborar esta afirmación.

En el análisis del tiempo que tardan los pacientes en volver a plantearse la reintervención de la metatarsalgia se detectó una tendencia a una asimetría negativa en esta muestra. Con una media de 47.85 ± 49 meses ($DT = 38.98$) con un mínimo de 12 y un máximo de 144 meses, predomina la propensión a acortar el tiempo de espera hasta la reoperación, lo que es fiel reflejo del grado de discomfort que genera esta situación (Figura 7).

El limitado tamaño de la muestra ($n = 20$), ya que es un proceso patológico muy concreto dentro de toda la casuística de la metatarsalgia, la cual no es representativa de todos los pacientes intervenidos con osteotomía de Weil, condiciona el estudio e invita a seguir desarrollándolo en un futuro, ya que mientras exista la cirugía metatarsal las iatrogenias seguirán apareciendo.

En conclusión, hemos encontrado en el presente estudio una disminución de la presión máxima pre-posoperatoria y un incremento promedio de 48.50 en puntos porcentuales de la escala AOFAS tras la aplicación de osteotomías CMI. Estos resultados nos alientan a postular que la osteotomía metatarsal mínimamente invasiva puede ser un método eficaz como alternativa quirúrgica de rescate en las iatrogenias secundarias a la osteotomía Weil y sus modificaciones. Este hecho debe ser tenido en cuenta por el colectivo de cirujanos que realizan intervenciones de remodelación metatarsal, ya sea por cirugía tradicional, o mediante CMI.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses relevantes en este artículo.

FINANCIACIÓN

El presente estudio no está financiado por ninguna entidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Barouk LS. Weil's metatarsal osteotomy in the treatment of metatarsalgia. *Orthopade*. 1996;25(4):338-44. DOI: 10.1007/s001320050034.
- Highlander P, Vonherbulis E, Gonzalez A, Britt J, Buchman J. Complications of the Weil Osteotomy. *Foot Ankle Spec*. 2011;4(3):165-70. DOI: 10.1177/1938640011402822.
- Maceira Suárez E. Aproximación al estudio del paciente con metatarsalgia. *Rev Pie Tobillo*. 2003;XVII(2):14-31.
- Vayas Díez R, Sánchez Hernández P, Ayala Rodrigo A, Aciego de Mendoza M, Andarcia Bañuelos C, Herrera Pérez M. Actualización en el Tratamiento de la Metatarsalgia según la medicina basada en la evidencia. *Canar Médica y Quirúrgica*. 2011;8(24):21-3.
- Roukis TS. Central metatarsal head-neck osteotomies: Indications and operative techniques. *Clin Podiatr Med Surg*. 2005; 22: 197-222.
- Espinosa N, Maceira E, Myerson M. Current concepts review: Metatarsalgia. *Foot Ankle Int*. 2008;29(8):871-9. DOI: 10.3113/FAI.2008.0000X.
- Pérez-Muñoz I, Escobar-Antón D, Sanz-Gómez TA. The Role of Weil and Triple Weil Osteotomies in the Treatment of Propulsive Metatarsalgia. *Foot Ankle Int*. 2012;33(6):501-6. DOI: 10.3113/FAI.2012.0501.
- Trnka HJ, Mühlbauer 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(2):72-9. DOI: 10.1177/107110079902000202.
- Fraile Suari A, Martínez Torregrosa R, Pérez Prieto D, Cuenca Llavall M, Gamba C, Mari Molina R, et al. Pie y tobillo. Influencia del número de radios intervenidos en los resultados de la cirugía de metatarsalgia. *Rev Pie Tobillo*. 2016;30(1):28-31. DOI: 10.1016/j.rptob.2016.04.004.
- Hernández Martínez JC, Vázquez Escamilla J, Coronado Puente M. Resultados funcionales a corto plazo de la osteotomía de Weil en pacientes con metatarsalgia propulsiva. *Acta Ortopédica Mex*. 2017;31(1):48-52.
- Felipe L, Galindo H. Metatarsalgia propulsiva. Tratamiento con la osteotomía triple de Maceira. *An Med (Mex)*. 2012;57(2):118-22.
- Trnka HJ, Gebhard C, Mühlbauer M, Ivancic 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(2):190-4. DOI: 10.1080/000164702753671795.
- Pascual Huerta J, Arcas Lorente C, García Carmona FJ, Trincado Villa L, Fernández Morato D. Complicaciones de la osteotomía de Weil: análisis retrospectivo de 25 pies intervenidos en 21 pacientes. 2016;27(1):3-9. DOI: 10.1016/j.repod.2016.05.002.
- Henry J, Besse JL, Fessy MH. Distal osteotomy of the lateral metatarsals: A series of 72 cases comparing the Weil osteotomy and the DMMO percutaneous osteotomy. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2011;97(6 Suppl):S57-S65. DOI: 10.1016/j.otsr.2011.07.003.
- Yeo NEM, Loh B, Chen JY, Yew AKS, Ng SY. Comparison of early outcome of Weil osteotomy and distal metatarsal mini-invasive osteotomy for lesser toe metatarsalgia. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2016;24(3):350-3. DOI: 10.1177/1602400315.
- Barouk P. Recurrent metatarsalgia. Vol. 19, *Foot and Ankle Clinics*. W.B. Saunders; 2014. p. 407-24.
- Nieto García E, Rodríguez Baeza A, Querol Jiménez M, González Castillo AM, Ortega Sánchez ML, Ramírez Andrés L. Anestesia del pie. *Puntos diana*. Editorial Glosa; 2011.
- Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Class Pap Orthop*. 2014; 217-9.
- Beech I, Rees S, Tagoe M. A retrospective review of the Weil metatarsal osteotomy for lesser metatarsal deformities: An intermediate follow-up analysis. *J Foot Ankle Surg*. 2005;44(5):358-64. DOI: 10.1053/j.jfas.2005.07.002.
- Kennedy JG, Deland JT. Resolution of metatarsalgia following oblique osteotomy. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;453:309-13. DOI: 10.1097/01.blo.0000229354.96996.3e.
- Ruiz Ibán MA, De Antonio Fernández M, Galeote Rivas A, De Frías González M. La osteotomía de Weil en el tratamiento de las metatarsalgias de los radios centrales. *Rev Ortop y Traumatol*. 2006;50(1):30-7.
- Perez HR, Reber LK, Christensen JC. The Role of Passive Plantar Flexion in Floating Toes Following Weil Osteotomy. *J Foot Ankle Surg*. 2008;47(6):520-6. DOI: 10.1053/j.jfas.2008.08.005.
- Pascual Huerta J, Arcas Lorente C, Fernández Morato D, García Carmona FJ. Complicaciones tras reconstrucción quirúrgica del antepié: caso clínico. 2014;(2):60-4.
- 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(1):47-50. DOI: 10.1177/107110070102200107.
- Garg R, Thordarson DB, Schruppf M, Castaneda D. Sliding Oblique versus Segmental Resection Osteotomies for Lesser Metatarsophalangeal Joint Pathology. *Foot Ankle Int*. 2008;29(10):1009-14. DOI: 10.3113/FAI.2008.1009.
- Leventen EO, Pearson SW. Distal Metatarsal Osteotomy for Intractable Plantar Keratoses. *Foot Ankle Int*. 1990;10(5):247-51. DOI: 10.1177/107110079001000501.
- Viladot Pericé A. Significado de la postura y de la marcha humana: teología, antropología, patología. Madrid: Editorial Complutense; 1996.
- Bevernage BD, Leemrijse T. Predictive Value of Radiographic Measurements Compared to Clinical Examination in the Preoperative Planning for a Weil Osteotomy. *Foot Ankle Int*. 2008;29(2):142-9. DOI: 10.3113/FAI.2008.0142.
- Maestro M, Besse JL, Ragusa M, Berthonnaud E. Forefoot morphotype study and planning method for forefoot osteotomy. *Foot Ankle Clin*. 2003;8(4):695-710. DOI: 10.1016/s1083-7515(03)00148-7.
- Nieto García E. Cirugía mínimamente invasiva del pie. Madrid: Editorial Glosa; 2017. p. 297.
- Lopez Vigil M, Suarez Garnacho S, Martín V, Naranjo Ruiz C, Rodríguez C. Evaluation of results after distal metatarsal osteotomy by minimal invasive surgery for the treatment of metatarsalgia: Patient and anatomical pieces study. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):121. DOI: 10.1186/s13018-019-1159-0.
- Mifsut Miedes D, Franco Peris E, Turowicz Subias Lopez MA, Cutillas Ybarra B. Osteotomía de Weil percutánea en el tratamiento de las metatarsalgias. Correlación clínico-radiológica. *Rev Esp Cir Osteoartic*. 2009;30(44).
- McMurrich W, Peters A, Ellis M, Shalaby H, Baer G, MacDonald D, et al. MIS Distal Metatarsal Metaphyseal Osteotomy in the treatment of metatarsalgia: MOXFQ patient reported outcomes. *Foot*. 2020;43:101661. DOI: 10.1016/j.foot.2019.101661.
- Nieto García E, Rodríguez Baeza A, González Castillo AM. Estructuras anatómicas implicadas en la práctica de la cirugía de mínima incisión del pie. Madrid: Glosa; 2009.