



Universitat de Lleida

Evaluación prospectiva de un protocolo actuación para la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio: Resultados de tratamiento conservador y quirúrgico

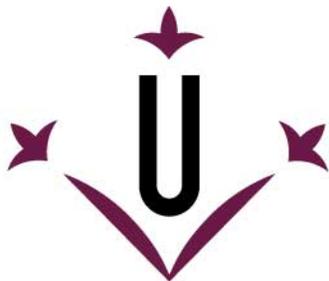
Borja Cerdà Dalmau

<http://hdl.handle.net/10803/669256>

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



Universitat de Lleida

TESIS DOCTORAL

Evaluación prospectiva de un protocolo actuación para la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio: Resultados de tratamiento conservador y quirúrgico

BORJA CERDÁ DALMAU

Memoria presentada para optar al grado de Doctor por la Universitat de Lleida

Programa de Doctorado en Salud

Director/a

Director de la tesis: Dr. Joan Viñas Salas

Codirectora de la tesis: Dra. Laura Prats Gispert

Tutor/a

Dr. Joan Viñas Salas

2019

A mi familia, amigos y personas que han participado, han estado a mi lado dando apoyo incondicional y han hecho que la elaboración de esta tesis doctoral sea posible.

Al Dr. Joan Viñas que siempre ha creído en mí y ha estado a mi lado cuando le he necesitado a pesar de todas las adversidades. De él destaco su fuente de conocimiento en todos los ámbitos, los grandes y sabios consejos, y sobretodo el espíritu luchador al final de la tesis, que ha hecho que esto sea posible. Siempre lo voy a recordar como uno de mis grandes mentores.

Al Podiatry Institute, comandado por el Dr. Mcglmary y el Dr. Banks. En especial al Dr. Luke. D. Cicchinelli y al Dr. Thomas. J. Chang, mis dos grandes mentores, por inculcar en mí el espíritu de entender la Cirugía Podológica como algo mucho más que una profesión, como una herramienta para ser mejor profesional, mejor persona y haber permitido que forme parte de su legado en los lugares donde ejerzo mi profesión.

A mi abuelo Miguel, en paz descansa, ya que se que le hubiese gustado poder ver el final de la tesis, en gran parte le debo a él todos mis logros académicos por infundir en mí el espíritu de ambición y de lucha constante en este ámbito.

“Cuando uno tiene grandes maestros, esta llamado a realizar algo más que lo convencional, no por méritos propios, sino por responsabilidad de honrar a las personas que le han enseñado”.

Agradecimientos

Finalmente he visto cumplido mi objetivo de finalizar la tesis que ahora hace 6 años veía tan difícil cuando por primera vez llegué al departamento de Cirugía de la facultad de Medicina de la Universitat de Lleida. Donde nació esta tesis con la idea contrastada con el Dr. Joan Viñas, la Dra. Laura Prats y el Dr. Fernández, con datos recogidos en el Centre Mèdic Podològic La Salut la Clínica de Ponent de Lleida, elaborando un estudio prospectivo y culminado con un estudio estadístico de todos los datos. Por lo tanto, quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas e instituciones que me han ayudado con su realización.

Especialmente a,

Dr. Joan Viñas

Dra. Laura Prats

Dr. Luke.D. Cicchinelli

Dr. Josep Conde

Dr. Javier Pascual

Dr. Luis Gordillo

Dr. Antonio Montero

Dra. Alicia Gavillero

Dra. Laura Fernández

Sra. Gemma Caballol

Me gustaría mostrar mi más profunda gratitud al Dr. J. Viñas y a la Dra. L. Prats, quienes me brindaron una valiosa orientación en la redacción de la tesis. Sin su instrucción esclarecedora, su amabilidad impresionante y su paciencia, no podría haber completado mi trabajo. Al Dr. J. Conde, por la estadística y su enorme paciencia y amabilidad al realizar la orientación y las revisiones de cada paso que íbamos dando. Al Dr. L. D. Cicchinelli por la revisión global del trabajo y las ideas que aportó. Y a la Dra. Laura Fernández y Sra. G. Caballol por la revisión de toda la metodología y maquetación.

Abreviaturas

AOFAS American Orthopedic Foot and Ankle Surgery

ÁNGULO HV Ángulo del Hallux Valgus

ÁNGULO IM Ángulo Intermetatarsal

BRT Barouk Rippstein Toullec

DM Diabetis Mellitus

DMMO Distal Metatarsal Minimal Invasive Osteotomy (Osteotomía Metatarsal)

ECG Electrocardiograma

FPI Foot Posture Index

HAV Hallux Abductus Valgus

HTA Hipertensión Arterial

HR Hallux Rigidus

IMC Índice de Masa Corporal

IPK Impossible Plantar Keratosis

IQ Intervenciones quirúrgicas

IV Intravenoso

MIS Cirugía Percutánea o de Mínima Incisión

Radiografía A-P Radiografía anteroposterior

RX Rayos X

Índice general

1. RESUMEN.....	11
2. INTRODUCCIÓN: ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA	17
2.1. Revisión histórica de la metatarsalgia.....	18
2.2. Concepto y estado actual de la metatarsalgia.....	20
2.3. Etiología de la metatarsalgia	21
2.4. Metatarsalgia por insuficiencia de primer radio	23
2.5. Patologías asociadas a la metatarsalgia	24
2.6. Diagnóstico de la metatarsalgia	25
2.7. Tratamientos de la metatarsalgia	25
2.7.1. Tratamiento médico o conservador	26
2.7.2. Tratamiento quirúrgico.....	27
3. JUSTIFICACIÓN	31
4. HIPÓTESIS.....	35
5. OBJETIVOS.....	39
6. PACIENTES Y MÉTODOS.....	43
6.1. Diseño	45
6.2. Ámbito y población de estudio	45
6.3. Criterios de inclusión de los pacientes.....	46
6.4. Consideraciones éticas, buena práctica clínica y compromiso de confidencialidad	47
6.5. Intervenciones a realizar y cronograma del estudio.....	48
6.6. Procedimiento	51
6.6.1. Valoración clínica, radiológica, biomecánica y prequirúrgica.....	51
6.6.2. Tratamiento con soportes plantares / plantillas.....	53
6.6.3. Tratamiento con infiltraciones: corticoides	55
6.6.4. Tratamiento quirúrgico: Osteotomía de Weil	57
6.7. Análisis de datos y variables	63
7. RESULTADOS	67
7.1. Estadística descriptiva	69
7.2. Estadística analítica.....	87
8. DISCUSIÓN.....	97

9. CONCLUSIONES	111
9.1. Conclusiones generales.....	113
9.2. Cumplimiento de las hipótesis.....	114
9.3. Limitaciones.....	115
10. REFERENCIAS	117
11. ANEXOS	129
11.1. Anexo 1. Escala AOFAS del dolor, función y alineación.....	131
11.2. Anexo 2. Hoja de recogida de datos del paciente.....	132
11.3. Anexo 3. Consentimiento informado para entrar en el estudio	133
11.4. Anexo 4. Consentimiento informado para la infiltración.....	138
11.5. Anexo 5. Consentimiento informado para tratamiento quirúrgico de la metatarsalgia de radios medios	140
11.6. Anexo 6. Justificación de la medida de la muestra de pacientes	145
11.7. Anexo 7. Versión post-print del artículo aceptado derivado del estudio	149

Índice de tablas

Tabla 1. Edad de los pacientes acorde al sexo.	69
Tabla 2. Pacientes acuerdo al tratamiento.	69
Tabla 3. Evolución de la puntuación de los 103 pacientes en la escala aofas durante el transcurso del estudio.	71
Tabla 4. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio de 103 pacientes.	73
Tabla 5. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio de 103 pacientes....	73
Tabla 6. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio, 84 pacientes donde el resultado de aofas mejoró con soportes plantares.	76
Tabla 7. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio, 84 pacientes donde el resultado de aofas mejoró con soportes plantares.	76
Tabla 8. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio, 19 pacientes donde el resultado de aofas no mejoró con soportes plantares y fueron infiltrados.	79
Tabla 9. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio, 19 pacientes donde el resultado de aofas no mejoró con soportes plantares y fueron infiltrados.	79
Tabla 10. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio, 8 pacientes donde el resultado de aofas mejoró con infiltración.	82
Tabla 11. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio, 8 pacientes donde el resultado de aofas mejoró con infiltración.	82
Tabla 12. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio, 11 pacientes donde el resultado de aofas no mejoró con infiltración y fueron intervenidos quirúrgicamente.	85
Tabla 13. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio, 11 pacientes donde el resultado de aofas no mejoró con infiltración y fueron intervenidos quirúrgicamente.	85
Tabla 14. Resultados de la comparación de la diferencia del valor de aofas de los 103 pacientes entre la primera visita y las visitas a los 3, 6 y 12 meses.	90
Tabla 15. Test para comparar los valores aofas en la primera visita, entre pacientes con diferentes covariables antes de cualquier tratamiento.	91
Tabla 16. Comparación del porcentaje de pacientes que mejoran con soportes plantares a los 3 meses y a los 6 meses con soportes plantares e infiltración con los que no mejoran y prevalece la metatarsalgia.	93
Tabla 17. Modelo de regresión logística de variables predictivas de no mejoría en pacientes con metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.	94
Tabla 18. Variables del estudio, variables significativas pretratamiento, variables significativas postratamiento y variables predictivas de no mejoría.	95

Índice de figuras

Figura 1. Algoritmo de diagnóstico y tratamiento de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.....	50
Figura 2. Radiografía a-p de ambos pies en carga.....	51
Figura 3. Imagen de la plataforma de presiones.	53
Figura 4. Soportes plantares de resina y fibra de carbono con descarga metatarsal.....	55
Figura 5. La osteotomía de weil para metatarsianos menores o centrales.	61
Figura 6. Intervención quirúrgica, técnica empleada: osteotomía de weil.	62
Figura 7. Número de tratamientos realizados durante un año.....	70
Figura 8. Resultados y algoritmo de diagnóstico y tratamiento de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.	88
Figura 9. Evolución de la escala aofas de los pacientes a lo largo del tiempo.....	89

1. RESUMEN

Resumen

Introducción: La metatarsalgia por insuficiencia de primer radio es una de las patologías más frecuentes del pie, cuyo protocolo de tratamiento no está bien establecido.

Objetivo: El objetivo de este estudio prospectivo es valorar un protocolo de actuación y considerar diferentes factores etiológicos que influyen en la patología y los resultados del tratamiento.

Pacientes y método: Se diagnosticaron 103 pacientes a los cuales se aplicó el tratamiento de soportes plantares. Se realizaron revisiones a los 3, 6 y 12 meses. Según la efectividad, se pudieron realizar dos tratamientos más: infiltración con corticoides y tratamiento quirúrgico.

Resultados: Permanecieron asintomáticos mediante soportes plantares 84 pacientes, 19 precisaron adicionalmente infiltración con corticoides, de los cuales 8 dejaron de tener dolor y 11 fueron sometidos a la cirugía. Se hallaron ocho variables significativas antes de aplicar cualquier tratamiento: actividad, alteraciones, ángulo IM, ángulo del HV, HAV, inestabilidad articular, e insuficiencia de primer radio congénita e iatrogénica. Después del tratamiento, se hallaron tres variables prevalentes a los 3 meses: inestabilidad articular, actividad y cirugía previa. Dos a los 6 meses: actividad y cirugía previa.

Conclusiones: El protocolo de tratamiento del estudio se considera efectivo y aporta datos predictivos que pueden ayudar a determinar un protocolo de actuación que ordene los tratamientos según su efectividad.

Resum

Introducció: La metatarsàlgia per insuficiència de primer radi és una de les patologies més freqüents del peu, el protocol de tractament no està ben establert.

Objectiu: L'objectiu d'aquest estudi prospectiu és valorar un protocol d'actuació i considerar diferents factors etiològics que influeixen en la patologia i els resultats del tractament.

Pacients i mètode: Es van diagnosticar 103 pacients als quals es va aplicar el tractament de suports plantars. Es van realitzar revisions als 3, 6 i 12 mesos. Segons l'efectivitat, es van poder realitzar dos tractaments més: infiltració amb corticoides i tractament quirúrgic.

Resultats: Van romandre asimptomàtics mitjançant suports plantars 84 pacients, 19 van precisar addicionalment infiltració amb corticoides, dels quals 8 van deixar de tenir dolor i 11 van ser sotmesos a la cirurgia. Es van trobar vuit variables significatives abans d'aplicar qualsevol tractament: activitat, alteracions, angle IM, angle de l'HV, HAV, inestabilitat articular, i insuficiència de primer radi congènita i iatrogènica. Després del tractament, es van trobar 3 variables prevalents als 3 mesos: inestabilitat articular, activitat i cirurgia prèvia. Dos als 6 mesos: activitat i cirurgia prèvia.

Conclusió: El protocol de tractament de l'estudi es considera efectiu i aporta dades predictives que poden ajudar a determinar un protocol d'actuació que ordeni els tractaments segons la seva efectivitat.

Abstract

Introduction: First ray insufficiency metatarsalgia is one of the most frequent pathologies of the foot, whose treatment protocol is not well established.

Aim: The aim of this prospective study is to evaluate our treatment and diagnosis protocol and to take into account different variables which influence the result of the treatment.

Methods: Plantar supports were applied in 103 patients that were previously diagnosed. Check-ups took place at 3, 6 and 12 months. Depending on the effectiveness, two more treatments could be carried out: infiltration with corticosteroids and surgical treatment.

Results: The results show that 84 patients remained asymptomatic through insoles, 19 additionally required corticosteroid infiltration, of which 8 ceased to have pain and 11 underwent surgery. Eight significant variables were found before applying any treatment: activity, alterations, IM angle, HV angle, HAV, joint instability, and insufficiency of the first congenital and iatrogenic radius. After treatment, three prevalent variables were found at 3 months: activity, joint instability and previous surgery. Two prevalent variables at 6 months: activity and previous surgery.

Conclusion: The study treatment protocol is considered effective and provides predictive data that can help to determine an action protocol that orders treatments according to their effectiveness.

2. INTRODUCCIÓN: ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL TEMA

2.1. REVISIÓN HISTÓRICA DE LA METATARSALGIA

El término Metatarsalgia fue descrito a finales del siglo 19, referido exclusivamente al dolor en el antepié. En 1894, Goldthwait¹ lo describía como la obliteración del arco anterior transversal del pie como causa de Metatarsalgias aplanándose en ocasiones dando lugar a los síntomas característicos.

Sin embargo, ya existían trabajos de los anatomistas en 1897 que habían demostrado que el pie no es un trípode y, que a nivel de las articulaciones metatarsofalángicas, los cinco radios colaboran en el sostenimiento del peso corporal². Treatise¹ reafirmó el concepto de Goldthwait (1894) enfatizando en la presencia de un arco anterior transversal.

En 1916, Meisenbach² describió uno de los primeros tratamientos quirúrgicos que tenía como finalidad mejorar el apoyo anterior realizando una Osteotomía transversal en la región metafisiodiafisaria, con la que se consigue una elevación del radio entero. Forestier¹, en 1926, enfatiza en el uso de un arco, collar o brazalete para mejorar el dolor plantar del antepié a los fines de la cura de la metatarsalgia como uno de los primeros tratamientos conservadores.

Estos principios siguieron predominando hasta mediados del siglo 20, donde destacados especialistas precursores del estudio biomecánico, gracias al estudio de la anatomía funcional del antepié, de la marcha y de un estudio minucioso y detallado de la clínica con modernos métodos auxiliares (podoscopía, fotopodograma, estudios baropodométricos), lograron modificar ciertos principios contradiciendo conceptos anteriores.

Autores como Cañadell (1960-1979), Duvries (1959), Giannestras (1967), Helal (1975), Kapandyi (1970), Lelievre (1955-1968), Martorell (1971), Sarrafian (1969), y Viladot (1954-1980), empiezan a señalar la fórmula metatarsal y sus alteraciones como factor determinante del dolor, que se denominó talón anterior.

En 1969, con la fundación del comité para el estudio de las afecciones del pie, se fueron modificando y reafirmando los conceptos anteriormente enunciados².

Podiatras, Podólogos y Traumatólogos como McGlimry, Banks, Weil, Maceira, Myerson, Besse, Trnka y Viladot continuaron avanzando en la innovación sobre el estudio de la marcha y las técnicas quirúrgicas para los metatarsianos centrales³⁻⁷.

En las últimas décadas se ha avanzado en el conocimiento de la mecánica del antepié y de los métodos de diagnóstico y tratamiento, en el concepto de metatarsalgia de apoyo y propulsión, de metatarsalgias por transferencia, de su etiología congénita, iatrogénica, debilidad de partes blandas y pie plano.

Se han fijado bases más sólidas en cuanto a anatomía de antepié, fórmula metatarsal, sus tratamientos conservadores o quirúrgicos y sus diferentes factores etiológicos y variables asociadas.

2.2. CONCEPTO Y ESTADO ACTUAL DE LA METATARSALGIA

La metatarsalgia de radios medios consiste en dolor en la zona de las cabezas de los metatarsianos centrales. Se caracteriza por la presencia de dolor en el antepié, por sobrecarga mecánica, produciendo una lesión por sobreuso y quedando afectados el segundo, tercer y cuarto metatarsianos⁶.

Es un síndrome (signos y síntomas) consecutivo a numerosos factores etiológicos, siendo una de las causas más frecuente de dolor en nuestros pies^{8,9}.

El dolor se localiza en la zona límite de los dedos con el resto del pie, generalmente acompañado del desarrollo de alteraciones dermatológicas, como la hiperqueratosis plantar (callosidades) y en casos muy severos, hemomas neurovasculares o IPK (*Impossible Plantar Keratosis*). En casos crónicos y de sobrecarga excesiva, intensa

y constante, se pueden llegar a producir fracturas por estrés de los mismos metatarsianos^{6,8-11}.

La metatarsalgia predomina en el sexo femenino (75-85%), resultado que demuestra que, si bien existe una verdadera predisposición, la balanza se inclina mucho más hacia la mujer proclive al uso de calzados inadecuados¹².

La estrategia de tratamiento dependerá del origen multifactorial de la metatarsalgia y sus resultados dependerán de una combinación de variables y de factores congénitos, adquiridos e iatrogénicos.

La cirugía como tratamiento para la metatarsalgia es controvertida. Hay muchos procedimientos que se pueden realizar para la intervención quirúrgica localizada, dirigidos por los síntomas, los hallazgos físicos del paciente y la evaluación radiológica. Se considera relevante evaluar, estudiar y entender las causas anatómicas y biomecánicas de la metatarsalgia, con la finalidad de poder elegir el tratamiento adecuado.

2.3. ETIOLOGÍA DE LA METATARSALGIA

La metatarsalgia puede tener múltiples etiologías, producidas por un exceso de sobrecarga mecánica en la zona central del metatarso en el antepié. La distribución de las fuerzas puede variar con la actividad física, la edad, el calzado, la retracción de la musculatura posterior y la morfología del antepié¹³.

Los factores biomecánicos explican el 90% de las causas de la metatarsalgia y están clasificadas en 3 grupos: primaria, secundaria e iatrogénica después de una cirugía de antepié⁸.

Las metatarsalgias primarias surgen debido a las características anatómicas de los metatarsianos, incidiendo en su relación con los otros metatarsianos y con todo el pie. Instan a que las cargas en el segundo metatarsiano aumenten en pacientes con una insuficiencia congénita de primer radio o por HAV adquirido¹⁰.

Otras causas incluyen la longitud del segundo o tercer metatarsianos, deformidades congénitas de las cabezas metatarsales, un pie equino, un pie cavo, así como anomalías del retropié que pueden afectar en la posición del antepié.

La tensión de la musculatura posterior de la pierna produce un momento plantarflexor del tobillo que, en condiciones de carga, produce un aumento de carga en el antepié. La fascia plantar se tensa y produce un momento plantarflexor de las articulaciones metatarsofalángicas¹⁴⁻¹⁶.

Las metatarsalgias secundarias están causadas por condiciones que incrementan la carga metatarsal por mecanismos indirectos: sinovitis crónica que provoca la sobreextensión de las articulaciones metatarsofalángicas y la atrofia de la grasa plantar o neuromas de Morton, artritis reumatoide, gota o psoriasis. Alteraciones neurológicas como Charcot-Marie-Tooth u otras patologías producidas por traumatismos de repetición por insuficiencia en la longitud del primer metatarsiano o por insuficiencia vascular en la cabeza del segundo metatarsiano como la enfermedad de Freiberg¹⁷.

El desarrollo de la cirugía de antepié ha incrementado notablemente la incidencia de la metatarsalgia por causas iatrogénicas, sobretudo la cirugía del HAV, ya que puede provocar un excesivo acortamiento o elevación del primer metatarsiano¹⁸.

2.4. METATARSALGIA POR INSUFICIENCIA DE PRIMER RADIO

El presente estudio se centra solamente en la metatarsalgia provocada por la insuficiencia de primer radio²¹, que describió por primera vez Viladot, como el síndrome de la insuficiencia de primer radio^{20,21}. Esta se caracteriza por una disminución de la cantidad de carga que soporta la cabeza del primer metatarsiano, lo que puede provocar una sobrecarga del resto de las estructuras del antepié, generalmente el segundo y el tercer metatarsianos, en la posición de carga estática y dinámica^{22,23}.

La etiología puede ser congénita, por un primer metatarsiano corto, por debilidad de las partes blandas en la articulación metatarso-cuneana que no fijan el radio durante la marcha, por la supinación del antepié en el pie plano valgo, o puede responder a una etiología iatrogénica por acortamiento excesivo del primer radio en el tratamiento quirúrgico previo del Hallux Valgus¹⁹.

En la literatura se encuentran cuatro causas de metatarsalgia, definidas en los siguientes puntos:

- **Alteraciones de carácter congénito.** Éstas van a constituir una especial morfología del pie, estudiada por Dudley J. Morton y, por lo tanto, denominada pie de Morton. Se caracteriza por: acortamiento del primer metatarsiano; desviación en varo del primer metatarsiano, que tiende a recordar la posición de los primates; y colocación retrasada de los sesamoideos, originando un acortamiento funcional del primer metatarsiano. Cuando el varo del dedo es muy acusado, los sesamoideos se hallan subluxados y se colocan en el primer espacio intermetatarsiano, de forma que se altera todo el apoyo del antepié y la fisiología de las inserciones musculares^{24,25}.
- **Debilidad de las partes blandas.** El primer metatarsiano tiene más movilidad articular ya que tiene una disminución de la funcionalidad de las partes blandas que lo estabilizan. A través de rayos X se puede apreciar una excesiva

amplitud entre este metatarsiano y la cuña. Al apoyar la planta el metatarsiano no hace fuerza, ya que es hipermóvil, se levanta y la fuerza pasa al segundo metatarsiano^{26,27}.

- **Pie plano.** Se caracteriza por debilidad músculo-tendinosa-ligamentosa y por la desviación en valgo del talón. Se compensa con una supinación del antepié que tienda a elevar el primer metatarsiano, perdiendo su capacidad de apoyo²⁸⁻³¹.
- **De origen quirúrgico.** Se caracterizan por ser secundarias a intervenciones quirúrgicas realizadas previamente, especialmente para el tratamiento del hallux valgus u otras intervenciones de antepié.³²⁻³⁶

2.5. PATOLOGÍAS ASOCIADAS A LA METATARSALGIA

Además de la insuficiencia de primer radio, podemos encontrar otras patologías asociadas a la metatarsalgia y estrechamente relacionadas a la morfología congénita o adquirida, como el *Hallux Abductus Valgus* (HAV)¹⁸, la alteración de los ángulos intermetatarsal (IM) y ángulo del hallux valgus (HV)^{13,33,37,38}, el pie cavo u otro tipo de pie^{39,40}, la retracción de los gastrocnemios^{15,41} o el plato plantar flexor alterado⁴²⁻⁴⁵.

El acortamiento de los músculos gastrocnemios o del tríceps sural provoca una fuerza plantarflexora de la fascia plantar sobre la articulación metatarsofalángica que aumenta los momentos plantarflexores sobre la articulación metatarsofalángica. Este hecho provoca que el mecanismo de *windlass* invertido sea más eficaz en los metatarsianos, permitiendo que el dedo quede desplazado hacia una plantarflexión¹⁴.

Encontramos también una serie de factores característicos de cada paciente que pueden ir asociados a la metatarsalgia: la actividad física (trabajar horas de pie o deportiva)⁴⁶, alteraciones sistémicas asociadas (diabetes, hipertensión u otras)^{17,47}, la edad, el sexo o el Índice de Masa Corporal (IMC)^{18,48-50}.

En mujeres, se halla como causa frecuente de metatarsalgia, el llevar zapatos mal ajustados y tacones altos, que transfieren peso adicional en la parte delantera del pie¹².

De forma secundaria, se encuentra también lesiones de partes blandas menos importantes, como queratosis plantar, callos de los dedos o verrugas plantares^{51,52}.

2.6. DIAGNÓSTICO DE LA METATARSALGIA

El diagnóstico de la metatarsalgia se realiza por la anamnesis y la exploración física. Las pruebas diagnósticas previas al tratamiento de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio, son de vital importancia para poder determinar el tratamiento más adecuado y el orden de aplicación⁵³. Entre éstas, destacan como necesarias: estudio biomecánico de la marcha y de presiones plantares^{54,55}, radiografía dorsoplantar y perfil en carga⁵⁶. En algunos casos puede ser útil la ecografía y/o la resonancia magnética⁴⁴ para el diagnóstico diferencial con otras patologías.

2.7. TRATAMIENTOS DE LA METATARSALGIA

El tratamiento de la metatarsalgia puede ser médico o conservador, o quirúrgico. Ambos tratamientos se describen en los siguientes subapartados.

2.7.1. TRATAMIENTO MÉDICO O CONSERVADOR

El tratamiento conservador más indicado son los soportes plantares semi-rígidos personalizados con una descarga en forma de barra retrocapital, para descargar la zona metatarsal afectada y una pieza subcapital de Morton para provocar la carga del primer metatarsiano⁵⁷. Otros dos parámetros se consideran de importancia ya que pueden contribuir también a la aparición de la metatarsalgia: la adaptación a medida del arco plantar del paciente y la neutralización de la articulación subastragalina, para evitar aplanamientos, valguismos y compensar las debilidades de partes blandas que pueden afectar al antepié^{58,59}.

Otros facultativos prefieren utilizar pads o descargas metatarsales y realizan plantillas ortopédicas con otras técnicas y materiales, como silicona, foams o materiales blandos⁶⁰⁻⁶². En estos casos, se tiene principalmente en cuenta la descarga metatarsal y se obvian otros factores biomecánicos para la función de los soportes plantares^{63,64}.

También están descritos otros tratamientos conservadores ortopédicos, por medio de modificaciones del zapato, cinchas metatarsianas, férulas digitales u ortesis de silicona, pero sus resultados son generalmente menos efectivos que los soportes plantares⁶⁵⁻⁶⁷.

La recuperación funcional, la fisioterapia, masajes, ejercicios pasivos, ejercicios activos o fármacos antiinflamatorios sirven como tratamientos coadyuvantes. Sin embargo, estos tratamientos sólo son útiles en los casos de reagudizaciones dolorosas, o bien, como rehabilitación postquirúrgica⁶⁸.

Las infiltraciones locales con corticoesteroides son un buen tratamiento siempre que estén asociadas al uso de soportes plantares que descarguen la zona metatarsal previamente, en los casos donde, a pesar de la descarga, pueda persistir el edema articular, la inflamación tisular o de otros tejidos adyacentes^{23,46,69}.

Otros autores emplean otro tipo de infiltraciones, como el colágeno⁶³, o infiltraciones empleadas sin descarga metatarsal previa, como antiálgicas en fases puntuales o con la finalidad de realizar algunas actividades físicas determinadas⁷⁰.

2.7.2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

El tratamiento quirúrgico está generalmente indicado para metatarsalgias recalcitrantes refractarias a los tratamientos conservadores, consecuencia de metatarsianos largos con o sin deformidades del plano transversal digital, dedos cruzados y subluxaciones o luxaciones de la articulación metatarsofalángica. Éstas son las indicaciones de este procedimiento, aunque también se utiliza para corregir deformidades reumáticas^{71,72}.

Existen diferentes técnicas para acortar y corregir la posición en plantar flexión del metatarsiano afectado, pero actualmente la más utilizada por su versatilidad y estabilidad es la osteotomía de Weil, con sus diversas modificaciones, descrita por el podiatra americano Lowell Weil¹⁶.

A pesar de que no existen publicaciones formales en la literatura que detallen el comienzo de esta técnica, Lowell Scott Weil, un podiatra de Chicago, realizó por primera vez esta técnica quirúrgica sobre un paciente real en 1985¹⁷. La primera publicación formal de la técnica fue realizada en 1996 por el propio Barouk en la revista alemana "Orthopade"⁵. La técnica se popularizó en Europa y, actualmente, la osteotomía de Weil es la osteotomía sobre la que más publicaciones a nivel mundial se han realizado en los últimos años en el campo quirúrgico del antepié, principalmente en la literatura ortopédica¹⁶.

Se realizan tanto técnicas por cirugía abierta como por cirugía mínimamente invasiva (MIS) o percutánea⁷³, denominada "Distal metatarsal mini invasive osteotomy" (DMMO), es decir, osteotomía miniinvasiva metatarsal distal. Es una técnica

puramente extra articular en la cual la longitud del metatarsiano se ajusta automáticamente al soportar el peso del pie sin fijación^{74,75}.

La osteotomía de Weil por cirugía abierta permite una buena disección por planos y por tanto una buena identificación de los tejidos para poder preservar las estructuras anatómicas íntegras. La DMMO es percutánea y por tanto no se requiere disección.

Besse et al.⁷⁶, describen ambas técnicas y compara la osteotomía de Weil y la osteotomía DMMO. Por otro lado, Yeo et al.⁷⁷, realizan un estudio comparando los resultados a corto plazo de la osteotomía de Weil y la osteotomía miniinvasiva metatarsiana distal para la metatarsalgia del dedo inferior.

Existe un intenso debate en la fijación o no de la osteotomía al realizarla y los beneficios de ésta⁷⁸. En este sentido, se encuentran en la literatura diferentes formas de fijación interna o externa⁵. Craig T. Jex et al. las comparan y propugnan su uso⁷⁹:

- Tornillos canulados, que requieren la colocación de agujas de *Kirschner* guía, perforación y avellanado.
- Agujas temporales de *Kirschner* para retirar a los días de intervención.
- Tornillos de tipo *Twist-off*, que permiten una fácil colocación del tornillo sin la necesidad de una aguja guía o de perforar previamente.

Se destaca la existencia de otras técnicas muy válidas que también se utilizan, por ejemplo: la osteotomía de Helal o BRT, diseñadas más para elevar que para acortar los metatarsianos y se realizan en la diáfisis o en la base del metatarsiano^{4,80,81}; y las resecciones panametarsales que se utilizan en pacientes con deformidades avanzadas, ya que consisten en la resección de la cabeza metatarsal entera⁸².

En el caso de la insuficiencia de primer radio, la osteotomía de Weil es la más segura y eficaz por la simplicidad en conseguir el resultado esperado modificando la fórmula metatarsal cuando se requiere acortar alguno de los metatarsianos centrales⁵³.

La osteotomía de Weil puede ser utilizada en uno o más metatarsianos, de acuerdo con la complejidad de las deformidades del antepié y el patrón de longitud total de los metatarsianos adyacentes^{16,80,83}.

Para realizar la osteotomía de Weil, a menudo se tendrían que realizar otras técnicas quirúrgicas para corregir deformidades u otras patologías asociadas como la reparación del plato plantar flexor⁸⁴, la resección de gastrocnemios⁸⁵, el hallux valgus o dedos en garra⁸⁶.

Las complicaciones más comunes de la osteotomía de Weil incluyen la limitación funcional en su rango de movimiento y dolor en la articulación metatarsofalángica, pudiendo provocar también metatarsalgias por transferencia a los metatarsianos de al lado.

Una excesiva fijación plantar puede provocar dolor postoperatorio, pero una de las complicaciones más habituales es el dedo flotante⁸⁷⁻⁸⁹. Se han elaborado diversas teorías para explicar este fenómeno, como la depresión de la cabeza metatarsal, que cambia la orientación de la musculatura intrínseca dorsal en el eje transversal de la articulación reduciendo su eficacia en la prestación de la estabilidad plantarflexora. El acortamiento del metatarsiano también reducirá la tensión en los tendones y la fascia colindante con la articulación, aunque el extensor largo mantiene la tensión. Este hecho ocurre a causa del aparato de campana (Hood Apparatus) que sigue manteniendo constante la tensión activa y pasiva, resultando un dedo del pie que descansa en dorsiflexión en relación con el metatarsiano. Esta posición es mantenida para la formación de la cicatriz quirúrgica⁹⁰.

También pueden existir complicaciones por infecciones postquirúrgicas a causa del material de osteosíntesis, sobretodo en pacientes diabéticos. Tamir et al.⁹¹, se plantean también la posibilidad de que la osteotomía de Weil pueda estar siendo sobreutilizada⁸⁷.

3. JUSTIFICACIÓN

El estado actual de conocimiento sobre la metatarsalgia nos permite albergar una confianza creciente en el éxito de los tratamientos, ya que es una patología con un grado de incidencia muy elevado, y desde que se describió el término metatarsalgia a finales del siglo XIX hasta hoy, el diagnóstico, la identificación de la etiología y el tratamiento han evolucionado de manera constante y satisfactoria:

- Se han redefinido su definición, su descripción y las diferentes causas que pueden provocar la metatarsalgia^{1-3,6}.
- La tecnología, la superespecialización y el estudio han contribuido a la gran evolución que ha tenido el estudio funcional del antepié y de la marcha, con la ayuda de modernos utensilios, como las plataformas de presiones y programas informáticos, permitiendo un gran avance en el campo de la biomecánica del pie^{1-3,54,55}.
- En cuanto a la insuficiencia de primer radio, se ha focalizado en el estudio de la fórmula metatarsal mediante radiografías y mediciones de ángulos^{7,19,21,92}.
- Se han estudiado patologías y síntomas asociados a la metatarsalgia, como la presencia de hallux valgus o dedos en garra, el estado del plato plantar flexor o el acortamiento de los gastrocnemios^{15,42,46,85}.
- Se ha indagado en los factores característicos de cada paciente^{46,49,50}.
- Se han estudiado y aplicado diferentes tratamientos conservadores para tratar la sintomatología, tanto descargando directamente la zona afectada, como de manera coadyuvante e indirectamente, para tratar la clínica del dolor y la inflamación y mejorar la función^{58,59,61-67}.
- En el campo de la cirugía como tratamiento de la metatarsalgia ha sido donde más se ha focalizado la evolución de las técnicas quirúrgicas, avanzando en el uso de los materiales de osteosíntesis^{5,18,98-100,72,74,78,93-97}.

Por todo ello, se considera que hoy en día es necesario objetivar la elaboración de una base de datos que recoja los factores etológicos y de tratamiento que pueden influenciar en pacientes diagnosticados con metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.

Una vez revisada la literatura, se puede observar que hay una cantidad considerable de estudios relacionados con la metatarsalgia. Sin embargo, no queda claramente definido el valor de las diferentes variables asociadas a la patología y no se definen los factores pronósticos para determinar el fracaso o éxito de los tratamientos y el orden de actuación. No se ha encontrado un consenso internacional o nacional sobre cuál es el mejor tratamiento para la patología o por donde se debe empezar a aplicarlo. Finalmente, la literatura carece de estudios prospectivos en la temática de la etiología y metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.

Los casos se focalizan únicamente en metatarsalgias provocadas por la insuficiencia del primer radio, y proponen un orden a seguir de los tratamientos con soportes plantares, infiltración con corticoides y cirugía en el seguimiento de un año. Se estudian y observan una serie de factores y variables en relación con los pacientes, que pueden influenciar, o no, en el éxito o el fracaso de los tratamientos propuestos. Las investigaciones aportan una serie de datos predictivos que pueden ayudar a determinar qué tratamiento puede necesitar un paciente.

Por estos motivos, la finalidad del estudio es valorar un protocolo de tratamiento para estudiar la efectividad de una actuación frente a la patología metatarsal por insuficiencia de primer radio. Se pretende estudiar una serie de casos prospectivos, indagando en diferentes factores de riesgo que puedan influir en la metatarsalgia, antes y después de cada tratamiento, y observando los resultados de los tratamientos conservador y quirúrgico.

4. HIPÓTESIS

Las hipótesis del estudio se definen a continuación:

Hipótesis principales

1. De la evaluación prospectiva de los tres tratamientos - soportes plantares personalizados, infiltraciones con corticoides y cirugía con la osteotomía de Weil -, dimanarán unos resultados de más del 90% de éxito, que permitirán la elaboración de un protocolo de actuación.
2. Existen factores etiológicos que condicionan la aparición de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio y los resultados terapéuticos.

Hipótesis secundarias

1. El 80% de pacientes que padecen una metatarsalgia de radios medios por insuficiencia de primer radio se resolverán con soportes plantares con descarga metatarsal.
2. El tratamiento quirúrgico mediante la osteotomía de Weil consigue corregir la patología en los casos donde haya fracasado el tratamiento con soportes plantares.
3. El fracaso de los diferentes tratamientos, está relacionado con la presencia de hallux valgus asociado a la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.

5. OBJETIVOS

Los objetivos del estudio son:

Objetivos principales

- a. Plantear un protocolo de actuación y de tratamiento para la metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio.
- b. Elaborar una base de datos con todos los factores etiológicos que pueden influenciar en pacientes diagnosticados con metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.
- c. Desarrollar un estudio de casos prospectivos, ordenando cronológicamente los tres tratamientos, de conservador a quirúrgico, y examinar las variables y factores que pueden influenciar en la terapia o la sintomatología de la patología.

Objetivos secundarios

- d. Determinar en qué casos la metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio no se soluciona con soportes plantares y debemos optar por los otros dos tratamientos invasivos propuestos: infiltraciones con corticoides y cirugía de radios medios mediante la osteotomía de Weil.
- e. Analizar los casos donde existe la presencia de hallux valgus asociado a la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio
- f. Observar las complicaciones, secuelas, recidivas y causas de recidiva de los pacientes intervenidos quirúrgicamente con anterioridad
- g. Verificar si los pacientes que hemos tratado con soportes plantares siguen funcionando en la revisión del primer año.

6. PACIENTES Y MÉTODOS

6.1. DISEÑO

El estudio se define como estudio prospectivo observacional. La estadística determinó un número de casos entre un conjunto de pacientes diagnosticados de patología metatarsal central por insuficiencia de primer radio. Los pacientes fueron tratados a partir de un tratamiento conservador (soportes plantares). En los casos donde no funcionó, se optó por aplicar adicionalmente el tratamiento con infiltraciones (corticoides) y, los casos donde ninguno de los tratamientos anteriores funcionó, se eligió el tratamiento quirúrgico (osteotomía de *Weil*).

Asumiendo una proporción de efectividad de la técnica del 80%, se establece que 70 casos garantizan estimar la proporción poblacional de efectividad con un margen de error (amplitud total del intervalo de confianza) de 20 unidades porcentuales (± 10 unidades porcentuales en la estimación), empleando un nivel de confianza para el intervalo de estimación del 95% ($\alpha=0.05$). Estos cálculos han sido realizados mediante el paquete estadístico PASS versión 11.

En este estudio se han estudiado 103 casos porque son los que se recogieron en el periodo estimado, de este modo garantizamos en un porcentaje más elevado del 80% la efectividad de la técnica.

6.2. ÁMBITO Y POBLACIÓN DE ESTUDIO

El estudio se desarrolló durante 24 meses con pacientes diagnosticados de patología metatarsal central por insuficiencia de primer radio, recogidos en el *Institut Mèdic del Peu* y la *Clínica de Ponent de Lleida (Cataluña, España)*.

La recogida de datos se llevó a cabo prospectivamente durante el primer año y se realizó un seguimiento posterior de todos los pacientes durante 12 meses (anexo 7).

6.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN DE LOS PACIENTES

Los criterios de inclusión se definen en los siguientes puntos:

- Pacientes mayores de edad que padecen la sintomatología de metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio en los que se ha realizado.
- Diagnóstico de la metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio, determinado por la insuficiencia funcional y déficit de apoyo en el estudio baropodométrico.
- Alteraciones músculo-ligamentosas como la debilidad de partes blandas o hiper movilidad de las articulaciones del primer radio (metatarso cuneal y metatarso falángica), examinadas en la exploración.
- Acortamiento del primer radio respecto al segundo y el resto de los metatarsianos que provoca poca carga en el primer metatarsiano durante situaciones de carga. Identificado en la radiografía simple antero posterior en carga.

Los criterios de exclusión son los siguientes:

- Pacientes con metatarsalgias provocadas por otras causas: excesiva longitud del segundo o tercer metatarsianos sin acortamiento del primero, deformidades congénitas de las cabezas metatarsales, acortamiento de gastrocnemios, un pie equino, un pie cavo, así como anomalías del retropié que pueden afectar en la posición del antepié.
- Metatarsalgias secundarias causadas por condiciones que incrementan la carga metatarsal por mecanismos indirectos.
- Menores de edad.

- Alérgicos a los corticoides.
- Artritis reumatoide, gota o psoriasis, alteraciones neurológicas como Charcot-Marie-Tooth, enfermedad de Freiberg.
- Diabéticos con mal control metabólico.
- Los pacientes que no firman el consentimiento informado o que voluntariamente deciden rechazar entrar en el estudio.

6.4. CONSIDERACIONES ÉTICAS, BUENA PRÁCTICA CLÍNICA Y COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD

No se realizó en el paciente ninguna intervención o práctica clínica que no estuviera aceptada y realizada en la práctica habitual en esta patología. Sin embargo, este abordaje terapéutico está sujeta a controversia y, por eso, se decidió realizar el estudio mediante una evaluación prospectiva de un protocolo de actuación, para valorar los resultados de los tratamientos conservador y quirúrgico.

Cumpliendo de esta manera con la buena práctica clínica y el compromiso de confidencialidad, se garantiza el cumplimiento de la normativa de protección de datos, Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

El estudio pasó por el comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universitat de Lleida, con número de CEIm CEIC-2156, del Hospital Universitari Arnau de Vilanova de Lleida.

6.5. INTERVENCIONES A REALIZAR Y CRONOGRAMA DEL ESTUDIO

Se seleccionaron los pacientes según los criterios de inclusión y exclusión definidos. Una vez determinada la muestra, los pacientes se sometieron a una serie de pruebas diagnósticas para verificar la patología. Se tuvo en cuenta que los pacientes padecen metatarsalgia central per insuficiencia de primer radio, observando también otras variables que podían influenciar en la patología.

Se realizó una historia clínica previa y el paciente firmó el consentimiento informado para entrar en el estudio. Se siguieron los siguientes procedimientos:

- a) **Estudio biomecánico de la marcha mediante plataforma de presiones baropodométricas.** El objetivo del estudio fue observar las presiones plantares con la finalidad de identificar la coincidencia de la zona dolorosa en los metatarsianos centrales con la de más presión en estática y en dinámica, y la insuficiencia funcional de apoyo del primer metatarsiano.

- b) **Exploración física del paciente en sedestación, estática y dinámica.** Se examinó el tipo de pie mediante el *Foot Posture Index*(FPI) para conseguir una fácil cuantificación de la postura del pie en estática. Se realizó el test de *Lunge* para medir la flexión dorsal del pie en condiciones de carga.
Se realizó una exploración en sedestación para examinar alteraciones músculo-ligamentosas, como la debilidad de partes blandas. Es decir, hiperlaxitud ligamentosa o hipermovilidad de las articulaciones del primer radio, las cuales producen una hipermovilidad de la articulación metatarsocuneana o cuneoescafoidea en la columna medial provocando que el primer metatarsiano reciba menos carga.
También se realizó el test *Silverfskiold* para valorar el acortamiento de gastrocnemios y el test de *Lachman* en las articulaciones metatarsofalángicas menores para medir la inestabilidad de dichas articulaciones.

Se efectuó una exploración dermatológica y de deformidades para poder detectar patologías asociadas como hallux valgus, hallux rigidus o callosidades plantares.

- c) De manera complementaria, se realizó un **estudio radiológico del pie** con radiografía simple antero posterior en carga para confirmar e identificar el primer radio corto respecto al segundo o el resto de los metatarsianos centrales, teniendo en cuenta la parábola metatarsal. Es decir, se pretende identificar la insuficiencia de primer radio que se sospechaba por la exploración en el estudio biomecánico. Además, a través del estudio radiológico, se identificó la longitud del primer radio con respecto al segundo de forma visual sin utilizar ninguna medición concreta.

En todos los pacientes, se midieron los ángulos del hallux valgus e intermetatarsal, determinando: si eran mayores que 9 y 15 grados respectivamente, considerados valores normales; definiendo el ángulo HV como el ángulo creado por la longitud del eje de la falange proximal del Hallux y la del primer metatarsiano; y determinando el ángulo IM, definido como el ángulo creado por la longitud del eje del primer y el segundo metatarsiano.

- d) **La escala AOFAS (anexo 1)** se empleó para valorar el dolor, la función (actividad, distancia máxima recorrida, superficie de la marcha, anormalidad del paso, movilidad sagital, movilidad del retropié y estabilidad del tobillo) y la alineación. Se utilizó para medir los resultados del estudio y los tratamientos utilizados.

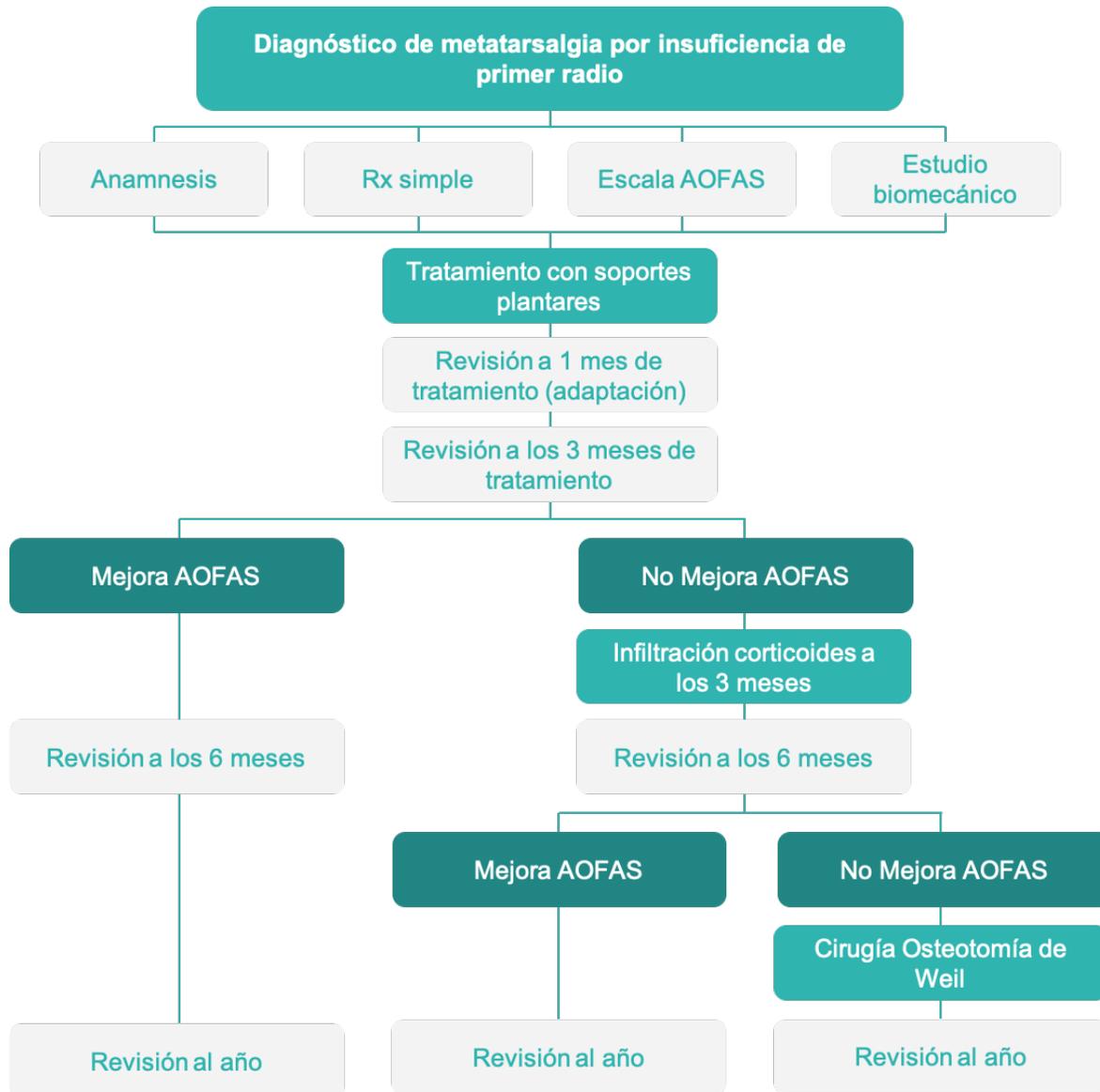


Figura 1. Algoritmo de diagnóstico y tratamiento de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio

6.6. PROCEDIMIENTO

6.6.1. VALORACIÓN CLÍNICA, RADIOLÓGICA, BIOMECÁNICA Y PREQUIRÚRGICA

Los materiales que se utilizaron para el diagnóstico fueron principalmente:

- Escala del dolor, función y alineación de antepié de la American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) (Anexo 1).
- Plataforma de presiones para estudio biomecánico de la marcha informatizado.
- Radiografías simples anteroposterior (Figura 2) y lateral en carga, para contrastar la insuficiencia de primer radio. La Figura 2 muestra el acortamiento congénito del primer metatarsiano, la separación entre primer y segundo metatarsianos y la posición luxada del sesamoideo lateral.
- Hoja de recogida de datos del paciente y el consentimiento informado para entrar en el estudio (Anexos 2 y 3).



Figura 2. Radiografía A-P del pie en carga.

Fuente: Elaboración propia

Estudio biomecánico

En el estudio biomecánico se exploró el funcionamiento de todas las estructuras del aparato locomotor: tobillo, rodilla, cadera y espalda. El estudio se relacionó con la mala repartición de las cargas y la posición del pie según FPI (*Foot Posture Index*)¹⁰¹, en el que se observaron todas las posibles variables y características del pie. Se realizaron los siguientes procedimientos: el test de *Lunge* para medir la retracción de gastrocnemios¹⁰²; el test de *Lachman* para medir el estado del plató plantar flexor y la inestabilidad de la articulación¹⁰³; y la exploración física para determinar el tipo de insuficiencia de primer radio, contrastando con la radiografía.

Se analizó en sedestación, donde se pudieron apreciar las estructuras en posición de descanso sin recibir carga alguna, observando rotaciones y torsiones, así como alteraciones dermatológicas y presencia de callosidades, ulceraciones o deformidades, e insuficiencia de primer radio.

En estática, donde el paciente recibía todo el peso del cuerpo en los pies, se estudió la repartición equitativa de las cargas. En dinámica donde, además del peso, se le sumó el movimiento y el sumatorio de fuerzas hizo que el aumento de las cargas que recibía el pie fuese superior y, por tanto, tuviera más posibilidades de padecer de metatarsalgia por sobrecarga.

Se empleó una plataforma de presiones informatizada (Figura 3), para medir y observar dónde se concentraban las cargas y, si lo hacían, en la zona de los metatarsianos centrales, donde previamente se había apreciado que el paciente presentaba metatarsalgia por dolor en la zona de segundo, tercer y cuarto metatarsianos, y la insuficiencia de primer radio.

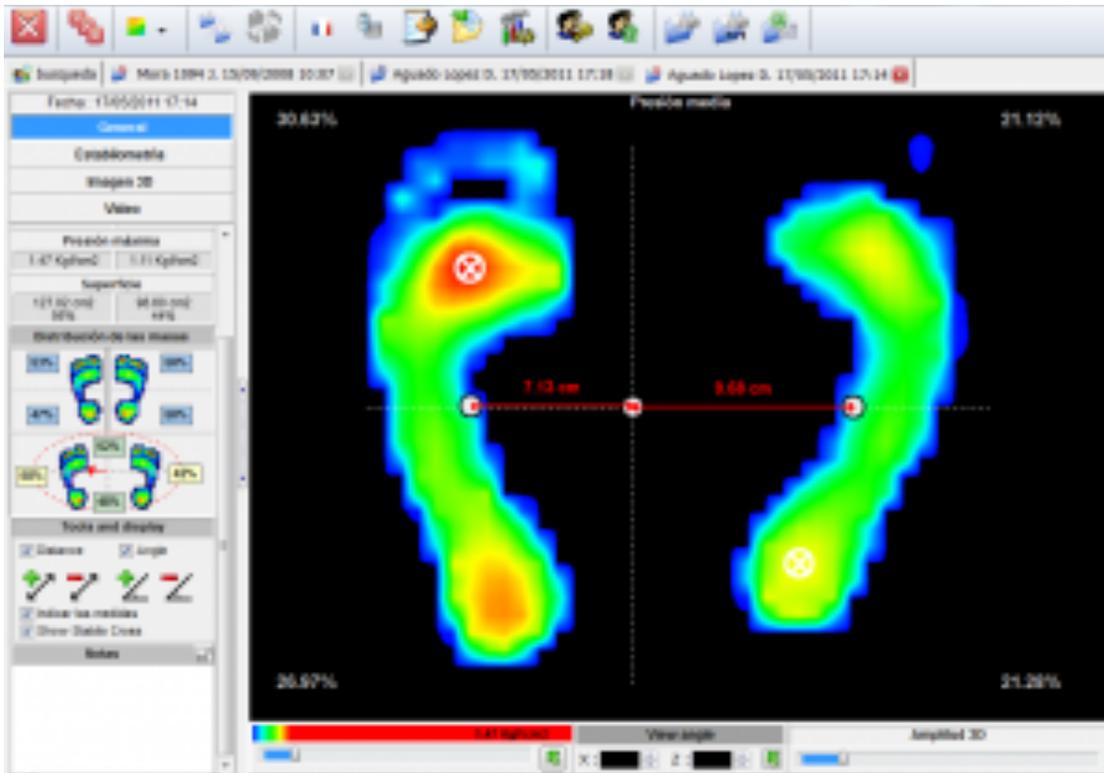


Figura 3. Imagen de la plataforma de presiones.

Fuente: Elaboración propia.

6.6.2. TRATAMIENTO CON SOPORTES PLANTARES / PLANTILLAS

Según los criterios de diagnóstico anteriores, los pacientes fueron tratados con soportes plantares personalizados con descarga en forma de barra metatarsal y extensión de Morton en el primer metatarsiano. La finalidad era proporcionar un reparto equitativo de las cargas en la zona del metatarso y descargar la zona de conflicto en los metatarsianos centrales afectados. Se tuvieron en cuenta otros dos parámetros relevantes, ya que pueden contribuir a la aparición de la metatarsalgia: la adaptación a medida del arco plantar del paciente y la neutralización de la articulación subastragalina.

Se utilizaron materiales ortopodológicos para la elaboración de los soportes plantares: base de resinas de 1'2mm, revestida con un forro de foam microperforado de entre 1'5 y 3mm. Se emplearon también 2 elementos esenciales para la compensación de la carga y el alivio de la sintomatología: la barra metatarsal y la extensión de Morton.

La barra metatarsal retrocapital era completa de 5-6mm de *roval foam* para descargar las cabezas de los metatarsianos y extender los dedos desde el borde interno al extremo del antepié. El borde anterior retrocapital a los 5 metatarsianos finalizaba en el primer metatarsiano por detrás de los sesamoideos y el borde posterior por delante de la base de los 5 metatarsianos.

La extensión de Morton en el primer radio era de EVA de entre 3-4 mm y densidad de 40 shoreA. Su finalidad era establecer una magnitud normal de la fuerza reactiva del suelo sobre la primera cabeza metatarsiana. De este modo, el primer metatarsiano asume su carga normal y se evita la transferencia de cargas excesivas al segundo metatarsiano.

Se realizó una toma de molde previa con espuma fenólica en semi-carga, dibujando los elementos deseados y especificando los grosores y los materiales. Posteriormente, se envió al taller Aixalá Sabater Artesá SL (Lleida, España) para su confección y adaptación al paciente.

Todas las prescripciones de los soportes plantares, de los materiales de descarga, así como la toma de moldes, fueron realizadas por el mismo observador e investigador principal del estudio.



Figura 4. Soportes plantares de resina, con descarga metatarsal y extensión de Morton.

Fuente: Elaboración propia

6.6.3. TRATAMIENTO CON INFILTRACIONES: CORTICOIDES

Algunos pacientes no respondieron adecuadamente al tratamiento con soportes plantares. Se detectó un valor AOFAS bajo, pues el paciente continuaba refiriendo dolor y la sintomatología persistía a los tres meses. En estos casos, los pacientes recibieron una infiltración con corticoides con *Celestone Cronodose®* (Betametasona, fosfato sódico/betametasona, acetato, Merck Sharp & Dohme, de España, S.A.). Las infiltraciones con corticoides 2ml, se inyectaron mezcladas con anestésico (2ml Mepivacaína 2%).

Según el laboratorio que produce los corticoides¹⁰⁴, la infiltración puede causar efectos secundarios. Por este motivo, se realizó una sola infiltración periarticular. Los pacientes también firmaron un consentimiento informado específico.

Es importante destacar que las infiltraciones tuvieron lugar cuando, después de tratar al paciente con soportes plantares, el dolor persistió. Por lo tanto, la zona afectada, había sido descargada previamente y se mantuvo así, con el soporte plantar.

Todas las infiltraciones fueron realizadas por el mismo observador e investigador principal del estudio.

Celestone Cronodose ® (Betametasona)

Es un glucocorticoide inyectable en forma de suspensión acuosa y estéril que contiene fosfato sódico de betametasona y acetato de betametasona. Es una combinación de ésteres ligeramente solubles de betametasona que producen efectos antiinflamatorios, antirreumáticos y antialérgicos. El rápido efecto terapéutico se obtiene mediante el fosfato sódico de betametasona, el cual se absorbe inmediatamente después de ser inyectado. La actividad prolongada es causada por el acetato de betametasona, el cual es ligeramente soluble y se comporta como un depósito para la absorción lenta, controlando así los síntomas durante un período prolongado.

Los glucocorticoides, como la betametasona, causan efectos metabólicos profundos y variados, modificando la respuesta inmune del cuerpo frente a diversos estímulos. La dilución utilizada en la mezcla de infiltración es 1:1 (1 mililitro de anestésico por cada mililitro de corticoide).

Los materiales necesarios que se utilizaron para llevar a cabo la infiltración son:

- Jeringas de 5 ml. y agujas estériles de 15 g, 17g o 21g.
- Anestésicos: Mepicavaina 2% en ampollas de 2ml.
- Celestone Cronodose ® (*Betametosona*) en ampollas de 2ml.
- Guantes estériles.
- Povidona iodada o clorhexidina.

Los pacientes, antes de recibir la infiltración con corticoides, firmaron el consentimiento informado (Anexo 4).

6.6.4. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO: OSTEOTOMÍA DE WEIL

Los tratamientos conservadores (plantilla más infiltración) podían resultar ineficientes a los 6 meses. El valor AOFAS resultó bajo en algunos pacientes, los cuales seguían refiriendo dolor y la sintomatología persistía. En estos casos, los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente mediante la osteotomía de *Weil* para metatarsianos centrales por cirugía abierta y con osteosíntesis.

Consideraciones preoperatorias

Se planificó la intervención quirúrgica según el estudio de la radiografía y la exploración física preoperatoria del paciente. Se midieron los ángulos HV e IM, se revisó si había HAV asociado, el acortamiento del primer metatarsiano respecto al segundo metatarsiano y el resto de la parábola para valorar si convenía realizar correcciones del resto de metatarsianos.

El examen físico incluyó la evaluación de las deformidades concomitantes como las contracturas de dedos en martillo, hallux valgus y la hiper movilidad del primer radio. Estas deformidades, si estuvieron presentes, también se abordaron quirúrgicamente.

Siguiendo el protocolo habitual de cirugía ambulatoria, los pacientes firmaron un consentimiento informado oficial y recibieron la profilaxis antibiótica debida, Cefazolina 2 gramos, IV.

Todos los pacientes fueron valorados por un anestesista para determinar la técnica de anestesia, sedación y bloqueo poplíteo o de tobillo, y se pidieron las pruebas complementarias: analítica básica, placa de tórax y ECG.

Como profilaxis antibiótica en cirugía electiva de pie y tobillo, se utilizó la Cefazolina que es el agente más común empleado en la rutina de la profilaxis. Siendo los *staphilococcus* y *streptococcus* los microorganismos más comunes que se pueden

encontrar. La Cefazolina es económica y efectiva contra las dos especies mencionadas y, además de las cefalosporinas de primera generación, es la que tiene la vida media más larga (1,8 – 2 horas). Se administra una dosis endovenosa única de 2 gramos 30 minutos antes de la cirugía⁹⁸.

En los pacientes alérgicos a la penicilina se administró una única dosis de 1 gramo de Vancomicina endovenosa una hora antes de la cirugía. Sin embargo, no se debería utilizar en la rutina profiláctica dado que puede llegar a crear resistencias. La Vancomicina tiene una vida media muy larga (6 horas).

Los pacientes firmaron el consentimiento informado para someterse al tratamiento quirúrgico de la metatarsalgia de radios medios (*sinequanon*) y fueron informados a través del documento informativo prequirúrgico del paciente (Anexos 5 y 6).

Técnica quirúrgica

La osteotomía de *Weil* se realizó con la finalidad de acortar según lo previsto y descomprimir los metatarsianos pertinentes, sobre el extremo distal de uno de los metatarsianos centrales^{16,105}:

- Se usó torniquete de isquemia por encima del tobillo a 250 mm hg, previa exanguinación del pie con *venda de Smarch*.
- Se realizó una incisión dorsalmente encima de la articulación metatarsofalángica en los casos donde solamente se empleó una osteotomía en uno de los metatarsianos, o en el espacio intermetatarsiano si se realizan dos osteotomías en metatarsianos adyacentes.
- Una vez efectuada la incisión, se profundizó con la ayuda de las tijeras de *metzemaum* la fascia superficial, separando los tejidos para no dañar los paquetes vasculonerviosos hasta alcanzar la fascia profunda, cortando y

cauterizando los pequeños vasos, hasta llegar a los extensores largo y corto del dedo en la articulación metatarso falángica.

- Se realizó un alargamiento en “Z” del tendón extensor largo, se liberó la aponeurosis extensora, cortando el extensor corto en los casos de mucha retracción a dicho nivel. Se abrió la cápsula articular longitudinalmente separando las estructuras y se desperiostiza con el elevador de *freer*, exponiendo la cabeza del metatarsiano con ayuda del elevador de *Mcglmry*.
- Una vez la articulación estuvo expuesta, se separó medial y lateralmente la cabeza metatarsiana protegiendo los paquetes neurovasculares. Se realizó un corte completo del metatarsiano que empezó en la cabeza metatarsiana, aproximadamente a un milímetro distal al lado articular dorsal y lo más paralelo al suelo posible a unos 45 grados en el segundo metatarsiano y unos 60 grados en los casos donde se tocan tercer y cuarto metatarsianos.
- Se realizó una osteotomía simple de Weil en todos los casos, determinando su acortamiento por el exceso de la longitud del mismo metatarsiano y la contracción articular, según la radiografía previa y la observación intraoperatoria. Siendo ésta normalmente entre 2-5 mm, sacando una pequeña rebanada ósea de 2-3 mm del fragmento plantar, si el acortamiento fue mayor de 3mm, con el fin de evitar la plantarización de la cabeza del metatarsiano.
- Se desplazó el fragmento plantar aproximadamente hasta obtener el grado de acortamiento deseado. Se empleó una aguja Kirschner a modo de fijación temporal de la osteotomía, colocándola lo más próximo al lugar de la colocación del tornillo. Finalmente se fijó con un tornillo de tipo “twist off” autorrompible especialmente diseñado para la fijación de esta osteotomía. El tornillo medía 2mm de diámetro y entre 10-12mm de largo para estabilizar la osteotomía. De este modo, se reseca el lado óseo distal subyacente con una

pinza gúbia tipo *rongeur* para dejar una forma más anatómica de la cabeza metatarsiana permitiendo una flexión dorsal de la falange proximal correcta.

- Después de lavar la herida con suero fisiológico, se realizó el cierre por planos de la incisión: la cápsula y el tendón sobre la articulación metatarsofalángica se cerraron con sutura de 3/0 absorbible; el cierre subcutáneo y piel se realizan con sutura absorbible continua para el tejido subcutáneo de 4/0; y, en piel, monofilamento no absorbible 3/0 o tiras de aproximación dependiendo del estado de la piel y la edad del paciente para evitar dehiscencias.
- Se realizó un vendaje postoperatorio al paciente sin permitir la deambulación durante 7 días y permitiendo apoyar el pie en el suelo a partir de entonces con una bota *de Walker* durante 3 semanas más.

Consideraciones

La osteotomía de *Weil* ha sustituido a un gran número de osteotomías anteriores por su capacidad de acortar la cabeza del metatarsiano sin elevación no deseada o la depresión de la cabeza del metatarsiano.

Se controla acuradamente el acortamiento y posición en el plano transversal, controlados durante la operación empleando un fluoroscopio o un intensificador de imagen para comprobar la posición del fragmento capital durante la cirugía.

Se estabilizó la osteotomía con un solo tornillo fijado y colocado de dorsal a plantar en la cabeza del metatarsiano, ligeramente angulado.

La ventaja de esta osteotomía es la compresión de la articulación y de la relajación resultante de los tejidos blandos circundantes.

Se llevó a cabo mayoritariamente la osteotomía en el segundo metatarsiano. Sin embargo, las mismas consideraciones que incluyen patrones de longitud,

deformidades en el plano transverso, subluxaciones y lesiones de la piel plantar intratables (IPK), nos hicieron optar por la realización de la osteotomía del tercer y cuarto metatarsianos.

En algunos casos se realizaron osteotomías de Weil de varios metatarsianos y se corrigió el hallux valgus asociado si fue necesario. Asimismo, se realizaron realineaciones de los dedos mediante artrodesis interfalángicas y alargamientos de tendones o tenotomías.

Todas las intervenciones quirúrgicas fueron realizadas por el mismo observador e investigador principal del estudio.

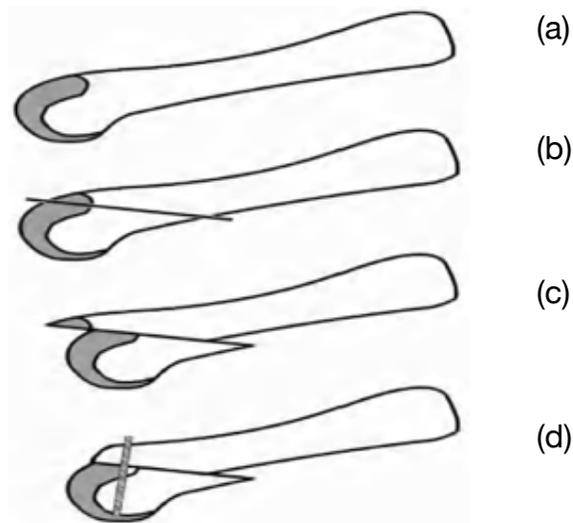


Figura 5. La osteotomía de Weil para metatarsianos menores o centrales.

Fuente: Propia

La osteotomía de Weil para metatarsianos menores o centrales (Figura 5) se realiza sobre el extremo distal de uno de los metatarsianos centrales (a). Se inicia la osteotomía con sierra oscilante aproximadamente un milímetro distal a la faceta 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 un

tornillo de 1,2 mm de diámetro y se reseca la faceta ósea distal subyacente para estabilizar la osteotomía (d).



Figura 6. Intervención quirúrgica, técnica empleada: Osteotomía de Weil.

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la Figura 6, es necesario un único tornillo de dorsoproximal a plantardistal dentro de la cabeza metatarsal, aunque a veces se pueden utilizar 2 para evitar movimientos rotacionales no esperados. Si se trata de cirugía abierta y se fija la osteotomía con tornillos, el diámetro utilizado es de 2.0 ó 2.4 mm y la longitud oscila entre 12 mm, en adultos (sin penetrar la planta de la cabeza metatarsal), y 10 mm, en algunos casos cuando una porción pequeña del hueso se sustrae.

Una vez terminada la intervención quirúrgica, se pautó al paciente la medicación pertinente (Enantyum 25mg/gr cada 8 h, Paracetamol 1gr cada 8h) y se elaboró un vendaje postquirúrgico acompañado de una botina de *Walker*.

- **Instrumental y material intraoperatorio.** Se utilizaron los materiales específicos de quirófano: material fungible, sierra conectada al micromotor eléctrico, agujas de *Kirschner* y tornillos para la fijación de la osteotomía.
- **Manejo postoperatorio.** En el postoperatorio, todos los pacientes recibieron la carga en el pie con una botina de Walker, después de una semana sin carga. Los pacientes podían calzarse con una zapatilla Deportiva normal a las 4 semanas si no aparecieran complicaciones postoperatorias. Se utilizaron los siguientes materiales:
 - *Padding*s, vendajes y descargas postquirúrgicas.
 - Botina de *Walker* para la deambulaci3n.

6.7. ANÁLISIS DE DATOS Y VARIABLES

El tiempo de seguimiento de todos los pacientes fue de un año desde que entraron en el estudio y se realizaron las pruebas diagn3sticas. El primer tratamiento con soportes plantares se revis3 al primer mes, a los 3, 6 y 12 meses.

A los pacientes que fueron infiltrados a los 3 meses, se les sigui3 hasta finalizar el estudio al a1o, es decir, 9 meses m3s, con revisiones a los 15 d3as de la infiltraci3n y a los 3 y 6 meses de la misma.

En el caso de los pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente, el seguimiento fue a los 6 meses, hasta finalizar el estudio. Se revisaron cada semana durante 2 meses y, despu3s, una vez al mes hasta los 6 meses del postoperatorio.

Las variables dependientes se obtuvieron de los datos f3sicos, demogr3ficos, radiol3gicos y patol3gicos de los pacientes incluyendo las variables explicativas del tratamiento con soportes plantares, infiltraciones y cirug3a.

Se analizaron las variables sexo, edad, índice de masa corporal (divido en dos categorías: normal o sobrepeso), actividad física (trabajo de más de 5 horas en bipedestación, actividad física deportiva, ambas o ninguna) y patologías asociadas.

La exploración del paciente aportó los datos físicos y las variables del pie que influyen directamente en la metatarsalgia: se analizaron las variables morfología del pie (según el FPI (Foot Posture Index) en A “FPI de (-12 a -6, B “FPI de (-5 a +5 y C “FPI de (+6 a +12)); intervenciones quirúrgicas previas de pie y tobillo (si el paciente había sido intervenido con anterioridad o no); ángulo IM (A “ángulo IM <9” y B “ángulo IM >=9”) y ángulo del HV (A “ángulo HV <15” y B “ángulo HV >=15”); retracción de gastrocnemios según Lunge Test para medir la flexión dorsal del pie en condiciones de carga y Silfverskiold test, respecto a la musculatura posterior y la limitación articular (SI “tiene retracción” y NO “no tiene retracción”.); inestabilidad de la articulación metatarsofalángica afectada (según el test de Lachman para medir la inestabilidad de la articulación metatarsofalángica de la zona del dolor relacionada al plato plantar flexor (normal o inestabilidad); Hallux Valgus (presencia o no de HAV), uso de zapatos de tacón (zapatos de tacón” o ”no zapatos de tacón); tipo de insuficiencia de primer radio (según los 4 tipos de insuficiencia de primer radio descritos en la literatura: congénitas, iatrogénicas, partes blandas, pie plano).

La variable independiente escala AOFAS para valorar el dolor, la función (actividad, distancia máxima caminada, superficie de la marcha, anormalidad del paso, movilidad sagital, movilidad del retropié y estabilidad del tobillo) y la alineación, se utilizó para medir los resultados del estudio y los tratamientos utilizados.

El test de rango con signo de Wilcoxon (Wilcoxon signed Rank test) se utilizó para la comparación de los resultados de los pacientes que mejoraron, debido a los tratamientos, con los que no mejoraron según los valores de AOFAS (Tabla 14).

Se compararon las diferencias de la escala AOFAS entre la primera visita y las visitas de los 3, 6 y 12 meses. Se consideraron resultados significativos a partir de un valor p menor o igual a 0.05.

Se aplicó el 't-test' para contrastar la incidencia de las variables en el dolor, función y alineación (AOFAS) de los pacientes antes de ser tratados y después de aplicar cada uno de los tratamientos (Tabla 15).

Para evaluar el efecto de estas variables y de su influencia en el tratamiento se utilizó un análisis mediante el “test de proporciones” para identificar los factores que fueron potencialmente asociados. Para ello se utilizó el "test de proporciones" (Tabla 16).

Se aplicaron los tests para comparar cada variable con el tratamiento. A los 3 meses se compararon los pacientes que habían mejorado el dolor con plantillas con los que no y que, en consecuencia, se trataron con infiltración. A los 6 meses se volvieron a realizar los test, esta vez para comparar los pacientes que habían mejorado el dolor o bien con plantillas o bien con infiltración con los que no habían mejorado el dolor y fueron operados.

Para identificar los factores asociados a la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio, se aplicó un “análisis de regresión logística” en presencia de la metatarsalgia como variable dependiente (Tabla 17).

Todos los análisis estadísticos se han realizado utilizando el paquete R (R, Developmental, Core, Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing 2017; disponible en: <http://www.R-project.org>)¹⁰⁶.

7. RESULTADOS

7.1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Un total de 103 pacientes con diagnóstico de metatarsalgia por insuficiencia de primer radio que cumplían los criterios de inclusión fueron incluidos en el estudio y analizados. Se cuenta con 77 mujeres (74'7%) y 26 hombres (25'2%) con una media de edad de 51'25 años en total. En el caso de las mujeres, resultó una edad media de 53 (rango 22-81) y, en el caso del grupo de los hombres, fue de 49 (rango 19-75) (tabla 1).

Tabla 1. Edad de los pacientes acorde al sexo.

Sexo	Total pacientes	Edad		
		Mínima	Mediana	Máxima
Mujeres	77	22	53	81
Hombres	26	19	49	75

En la tabla 2 y en la Figura 7, se muestran el número de pacientes según el tratamiento aplicado en las diferentes visitas: En la primera y segunda visita (primer mes después del tratamiento) se observan 103 pacientes tratados con soportes plantares; en la tercera visita (3 meses), 84 pacientes con soportes plantares y 19 infiltrados; y en la cuarta (6 meses) y quinta visita (12 meses), 91 pacientes con soportes plantares y 11 intervenidos quirúrgicamente.

Tabla 2. Pacientes acuerdo al tratamiento.

Tratamiento	Visitas				
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
Cirugía	0	0	0	11	11
Infiltración	0	0	19	0	0
Soportes plantares	103	103	84	92	92

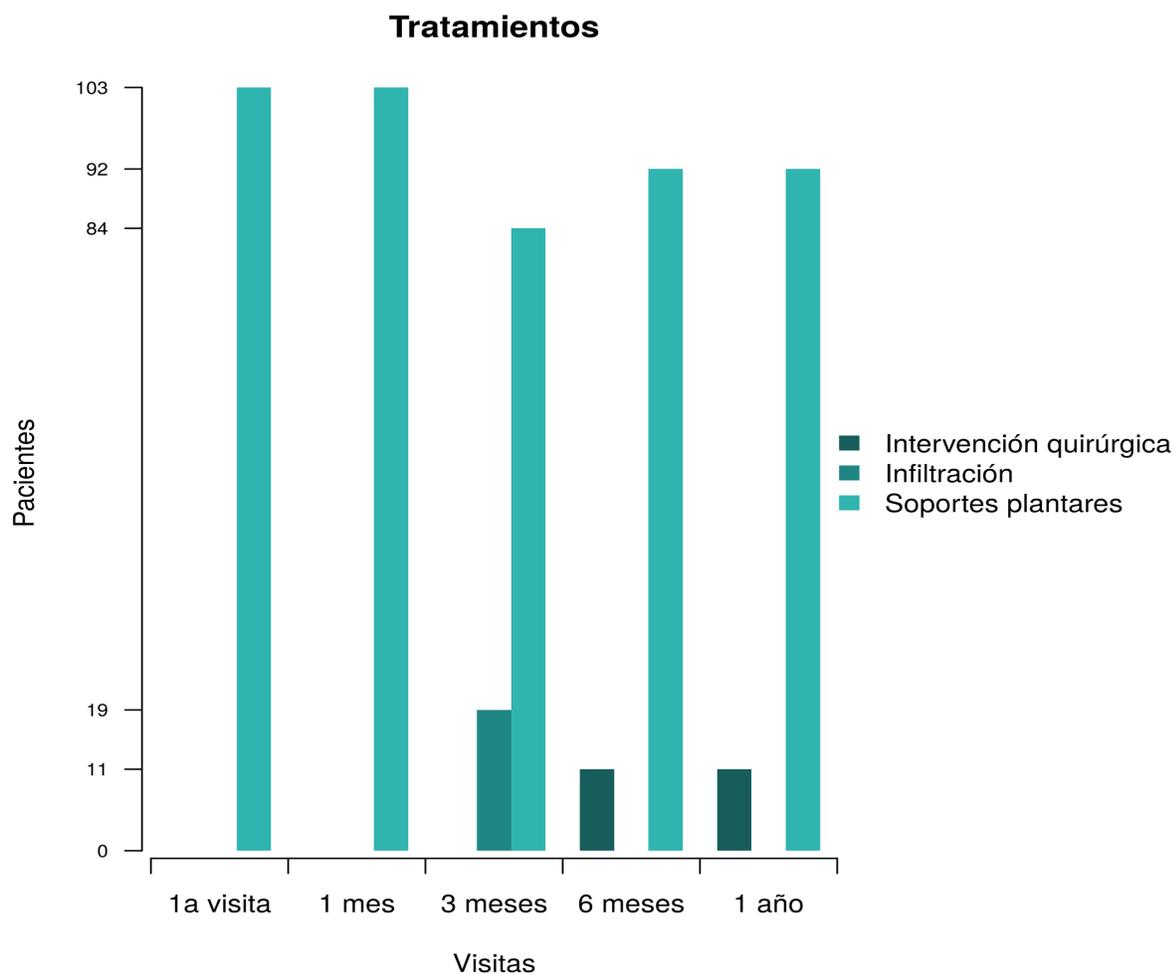


Figura 7. Número de tratamientos realizados durante un año.

La Tabla 3 muestra el valor de la evolución del dolor, función y alineación que mide la escala AOFAS durante el tratamiento en las diferentes visitas. La puntuación máxima es 100, que significa que los pacientes no tienen dolor, y la función y la alineación son correctas. La puntuación mínima es 0, que significa que los pacientes tienen dolor, y la función y la alineación son incorrectas.

Tabla 3. Evolución de la puntuación de los 103 pacientes en la escala AOFAS durante el transcurso del estudio.

AOFAS	Visitas				
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a
Máximo	85	93	95	100	100
Media	53	69	77	83	89
Mínimo	5	22	22	35	25

Las Tablas 4 y 5 recogen los datos demográficos de las variables cuantitativas y cualitativas, recogidas en la muestra del estudio de los 103 pacientes.

La etiología de la metatarsalgia fue provocada por una insuficiencia de primer radio congénita en 71 (68,93%); por una iatrogenia por intervención previa en 20 (19,41%) pacientes; por pie plano en 4 (3,88%) pacientes y por debilidad de partes blandas partes en 8 (7,76%) pacientes.

Se observa que 51 (49,51%) de ellos tenían un IMC superior a 25, por lo tanto, éstos pacientes padecían sobrepeso u obesidad, y 52 (50,49%) de ellos inferior a 25, por lo tanto, normales o delgados.

En cuanto a la variable de la actividad física, 19 (18,44%) pacientes trabajaban más de 5 horas en bipedestación, 30 (29,12%) realizaban algún tipo de actividad física deportiva, 8 (7,76%) no realizaban actividad alguna y 46 (44,66%) trabajaban más de 5 horas de pie y realizaban actividad física deportiva.

En cuanto a las patologías asociadas, 50 (48,55%) pacientes sí tenían patologías asociadas, frente a 53 (51,45%) que no las presentaban. Y de estos 51 pacientes con patologías concomitantes, 12 (11,65%) eran diabéticos, 5 (4,85%) tenían patologías asociadas a la columna vertebral, y 33 (32,04%) otras patologías asociadas, como HTA, hipercolesterolemia, entre otras.

Las variables que influyen directamente en la metatarsalgia según el FPI fueron: 25 (24,27%) de los pacientes tenían una morfología del pie A, 72 (69,90%) un pie B, y 6 (5,82%) de ellos tienen un tipo de pie C.

Por lo que refiere a intervenciones quirúrgicas previas: 76 (73,78%) de los pacientes no habían sido intervenidos quirúrgicamente de pie y tobillo antes, y 27 (26,21%) de ellos sí habían recibido anteriormente alguna intervención quirúrgica de pie y tobillo. Éstos habían sido intervenidos previamente de: 5 casos de HAV, 3 de exostosis y alargamiento del tendón extensor del primer dedo, 1 de un hueso *trigonum* del astrágalo, 1 HAV y artrodesis interfalángica de segundo dedo, 2 de HAV y metatarsianos centrales, 1 por reducción abierta y osteosíntesis de una fractura bimalleolar de tobillo, 1 de artroplastia de quinto dedo, 1 neuroma de *Morton*, 1 de bunionectomía del primer radio y alargamiento del tendón extensor del primer dedo, 1 de HAV y reconstrucción de antepié sin fijación, 3 de HAV y tenotomías de todos los dedos por cirugía percutánea, 1 de metatarsalgia central pero sin fijación con osteosíntesis, 4 de *bunionectomía* de primer radio, 1 de una extirpación de una verruga en metatarsianos centrales (la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio era de origen congénito) y 1 de bunionectomía de primer radio más tenotomías del abductor del hallux y del extensor del primer dedo.

En referencia al hallux valgus, 51 (52,42%) pacientes no presentaban HAV asociado y, por lo tanto, los ángulos IM y del HV no estaban alterados. En cambio 52 (47,57%) de ellos, sí presentaban HAV asociado a la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio. El ángulo IM era superior a 9 grados y el ángulo del HV era superior a 15 grados. De los cuales 2, tenían Hallux rigidus (1,84%).

De la muestra, 54 (52,43%) pacientes no presentaban retracción de gastrocnemios, y 49 (47,57%) de ellos sí.

Según el test de Lachman 87 (84,46%) de los pacientes no tenían la articulación metatarsofalángica afectada y era estable, y 16 (15,53%) de ellos inestable.

En cuanto al uso de zapatos de tacón, 33 (32,03%) pacientes sí usaban, y 70 (67,96%) no. Todos los casos eran mujeres, por lo tanto, de 77 mujeres, 33 (42,85%) de ellas llevaban zapatos de tacón y 44 (42,71%) no.

Tabla 4. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio de 103 pacientes.

	Hombres			Mujeres		
	Media	Desviación	IC (95%)	Media	Desviación	IC (95%)
Edad	49,2	14,8	43,2 – 55,1	53,1	12,3	50,4 – 55,9
IMC	26,5	4,2	24,9 – 28,2	24,3	3,7	23,5 – 25,1
FPI	-2,4	4,5	-4,2 - 0,6	-0,9	4,1	-1,8 - 0,0
Ángulo IM	9,2	1,2	8,7 – 9,7	9,4	1,1	9,1 – 9,6
Ángulo HV	13,8	2,2	12,9 – 14,7	14,4	2,3	13,8 – 14,9

Tabla 5. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio de 103 pacientes.

Variables	Hombres		Mujeres		
	Pacientes	% Pacientes	Pacientes	% Pacientes	
Actividad	A	6	5,83	13	12,62
	AB	10	9,71	36	34,95
	B	8	7,77	22	21,36
	C	2	1,94	5	4,85
	No	0	0,00	1	0,97
Patología asociada	NO	14	13,59	39	37,86
	SI-A	4	3,88	8	7,77
	SI-B	1	0,97	4	3,88
	SI-C	7	6,80	26	25,24
IQ previas	No	20	19,42	56	54,37
	Si	6	5,38	21	20,39
Inest. Artic.	Inestable	5	4,85	11	10,68
	Estable	21	20,39	66	64,08
Retracción	No	9	8,74	45	43,69
	Si	17	16,50	32	31,07
Zapato	Sin tacón	26	25,24	44	42,72
	Tacón	0	0,00	33	32,04
In. 1r. radio	Congénita	24	23,30	47	45,63
	latrogenia	2	1,94	18	17,48
	Parte Blanda	0	0,00	8	7,77
	Pie Plano	0	0,00	4	3,88
HAV	No	9	8,74	42	43,69
	Si	17	16,50	35	31,07
HR	No	25	24,27	76	73,79
	Si	1	0,97	1	0,97

Las Tablas 6 y 7 recogen los datos demográficos de las variables cuantitativas y cualitativas, recogidas en la muestra del estudio de los 84 pacientes con soportes plantares.

De los 103 pacientes iniciales en el estudio, a los 3 meses, 84 (81,55%) pacientes obtuvieron una puntuación superior en la Escala AOFAS con soportes plantares personalizados con barra metatarsal.

De estos pacientes, 62 (73,80%) eran mujeres y 22 (26,19%) hombres.

El origen de la insuficiencia de primer radio, en 60 (71,42%) pacientes era por insuficiencia de primer radio por causas congénitas. En 12 (14,28%) casos por causa iatrogena, 8 (9,52%) por debilidad de partes blandas y 4 (4,76%) por pie plano.

De la muestra, 11 (13'09) de los pacientes trabajaban más de 5 horas de pie, 25 (29,76%) realizaban actividad física deportiva, 8 (9,52%) no realizaban ninguna actividad y 40 (47,61%) hacían ambas cosas.

Además, 42 (50%) pacientes tenían un IMC superior a 25 (sobrepeso u obesos), y 42 (50%) inferior a 25 (normopeso o delgados).

Se observa que 40 (47,61%) de los pacientes tenían patologías asociadas, y 44 (52,39%) no; de los 40 que sí las tenían, 10 (11,9%) eran diabéticos, 5 (5'95%) padecían de patologías de columna vertebral y 25 (29,76%) padecían otras patologías asociadas.

En cuanto a las variables que inciden directamente en la metatarsalgia, 21 pacientes tenían un tipo de pie A (25,00%), 59 un tipo de pie B (70'23%) y 4 (4'76%) un tipo de pie C.

Se observó que 30 (35,71%) pacientes tenían HAV asociado y, por lo tanto, los ángulos IM y HV eran mayores de 9 y 15 grados, y 54 (64,29%) no tenía HAV, por lo que se consideró que los ángulos eran normales.

Al menos 16 (19'04%) pacientes habían sido intervenidos quirúrgicamente previamente, y 68 (80'95%) no lo habían sido. Las cirugías previas fueron, en 4 casos de HAV, 3 de exostosis y alargamiento del tendón extensor del primer dedo, 1 de un hueso *trigonum* del Astrágalo, 1 HAV y artrodesis interfalángica de segundo dedo, 2 de HAV y metatarsianos centrales, 1 por reducción abierta y osteosíntesis de una fractura bimalleolar de tobillo, 1 de artroplastia de quinto dedo por un dedo en garra supraducido al cuarto dedo, 1 de verruga plantar y 2 de bunionectomía en el primer radio.

De la muestra, 40 (47,62%) pacientes tenían retracción de gastrocnemios, y 44 (52,38%) no la tenían.

En cuanto a la inestabilidad articular, 8 (9,52%) tenían inestabilidad en la articulación afectada, y 76 (90,47%) no la tenían y era estable.

De 84 pacientes, 27 (32,14%) llevaban tacones y eran mujeres, y 57 (67,86%) no los llevaban.

Tabla 6. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio, 84 pacientes donde el resultado de AOFAS mejoró con soportes plantares.

	Hombres			Mujeres		
	Media	Desviación	IC (95%)	Media	Desviación	IC (95%)
Edad	49,2	15,4	42,4 – 56,1	53,4	12,2	50,3 – 56,5
IMC	26,6	4,3	24,7 – 28,5	24,3	3,8	23,3 – 24,2
FPI	-2,9	4,1	-4,7 - -1.1	-0,8	4,1	-1,8 - 0.3
Ángulo IM	9,1	1,2	8,6 – 9,6	9,3	1,0	9,0 – 9,6
Ángulo HV	13,6	2,2	12,6 – 14,5	14,2	2,3	13,6 – 14,8

Tabla 7. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio, 84 pacientes donde el resultado de AOFAS mejoró con soportes plantares.

Variables	Hombres		Mujeres		
	Pacientes	% Pacientes	Pacientes	% Pacientes	
Actividad	A	4	4,76	7	8,33
	AB	9	10,71	31	36,90
	B	7	8,33	18	21,43
	C	2	2,38	5	5,95
	No	0	0,00	1	1,19
Patología asociada	NO	12	14,29	32	38,10
	SI-A	3	3,57	7	8,33
	SI-B	1	1,19	4	4,76
	Si-C	6	7,14	19	22,62
IQ previas	No	19	22,62	49	58,33
	Si	3	3,57	13	15,48
Inest. Artic.	Inestable	3	3,57	5	5,95
	Estable	19	22,62	57	67,86
Retracción	No	7	8,33	37	44,05
	Si	15	17,86	25	29,76
Zapato	Sin tacón	22	26,19	35	41,67
	Tacón	0	0,00	27	32,14
In. 1r. radio	Congénita	21	25,00	39	46,43
	Iatrogenia	1	1,19	11	13,10
	Parte Blanda	0	0,00	8	9,52
	Pie Plano	0	0,00	4	4,76
HAV	No	17	20,24	37	44,05
	Si	5	5,95	25	29,76
HR	No	21	25,00	62	73,81
	Si	1	1,19	0	0,00

Las Tablas 8 y 9 recogen los datos demográficos de las variables cuantitativas y cualitativas, recogidas en la muestra del estudio de los 19 pacientes infiltrados.

A los 3 meses del estudio, los 19 (18,44%) pacientes que no mejoraron con plantillas, fueron infiltrados (18 infiltrados a los 3 meses y 1 a los 6 meses); 15 (78,94%) mujeres y 4 (21,05%) hombres, de las 15 mujeres solamente 5 (33,3%) llevaban zapato de tacón y otras 10 (66,66%) no.

De los 19 pacientes de la muestra, 11 (57,89%) tenían metatarsalgia por insuficiencia de primer radio de origen congénito y 8(42,10%) de origen iatrogénico.

De la muestra, 8 (47,36%) pacientes tenían sobrepeso y 11 (52,63%) de ellos no.

De los 19 pacientes, 8 (42,10%) trabajaban más de 5 h al día de pie, 5 (26,31%) realizaban actividad física deportiva y 6 (31,57%) ambas cosas.

En cuanto a los 10 (52,63%) pacientes que tenían patologías asociadas: 2 (20%) eran diabéticos y 8 (80%) tenían otras patologías sistémicas asociadas y 9 (47,36%) no las tenían.

Se observa que 4 (21,05%) pacientes tenían un tipo de pie A, 13 (68,42%) B Y 2 (10,52%) C. En 13 (68,42%) de los pacientes se observó que tenían HAV asociado y 6 (31,57%) no lo tenían.

En cuanto a la variable intervenciones quirúrgicas previas, 11 (57,89%) de ellos habían tenido alguna intervención quirúrgica del pie previas y 8 (42,10%) no la habían tenido. Estas 11 intervenciones previas fueron: 1 de metatarsalgia central pero sin fijación con osteosíntesis, 2 de *bunionectomía* de primer radio, 1 de una extirpación de una verruga en metatarsianos centrales (la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio era de origen congénito), 2 de HAV y tenotomías de los dedos mediante cirugía percutánea, 1 de *bunionectomía* de primer radio más tenotomías del abductor del hallux y del extensor del primer dedo. 1 neuroma de *Morton*, 1 de *bunionectomía* en el primer radio y alargamiento del tendón extensor del primer dedo, 1 de HAV y

reconstrucción de antepié sin fijación y 1 de HAV y tenotomías de todos los dedos por cirugía percutánea.

En cuanto a retracción de gastrocnemios, 9 (47,36%) pacientes tenían retracción de gastrocnemios y 10 (52,63%) de ellos no.

En cuanto a la variable de inestabilidad articular, 8 (42,10%) eran inestables y 11 (57,89%) estables.

Tabla 8. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio, 19 pacientes donde el resultado de AOFAS no mejoró con soportes plantares y fueron infiltrados.

	Hombres			Mujeres		
	Media	Desviación	IC (95%)	Media	Desviación	IC (95%)
Edad	48,8	12,2	36,8 – 60,7	52,0	12,9	45,5 – 58,5
IMC	26,3	4,0	22,3 – 30,2	24,4	3,3	22,7 – 26,1
FPI	0,5	6,0	-5,4 – 6,4	-1,3	4,1	-3,4 – 0,8
Ángulo IM	9,8	0,7	9,1 – 10,5	9,7	1,1	9,1 – 10,2
Ángulo HV	15,0	2,1	13,0 – 17,1	15,1	1,9	14,2 – 16,1

Tabla 9. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio, 19 pacientes donde el resultado de AOFAS no mejoró con soportes plantares y fueron infiltrados.

Variables	Hombres		Mujeres		
	Pacientes	% Pacientes	Pacientes	% Pacientes	
Actividad	A	2	10,53	6	31,58
	AB	1	5,26	5	26,32
	B	1	5,26	4	21,05
	C	0	0,00	0	0,00
	No	0	0,00	0	0,00
Patología asociada	NO	2	10,53	7	36,84
	SI-A	1	5,26	1	5,26
	SI-B	0	0,00	0	0,00
	SI-C	1	5,26	7	36,84
IQ previas	No	1	5,26	7	36,84
	Si	3	15,79	8	42,11
Inest. Artic.	Inestable	2	10,53	6	31,58
	Estable	2	10,53	9	47,37
Retracción	No	2	10,53	8	42,11
	Si	2	10,53	7	36,84
Zapato	Sin tacón	4	21,05	9	47,37
	Tacón	0	0,00	6	31,58
In. 1r. radio	Congénita	3	15,79	8	42,11
	latrogenia	1	5,26	7	36,84
	Parte Blanda	0	0,00	0	0,00
	Pie Plano	0	0,00	0	0,00
HAV	No	1	5,26	5	26,32
	Si	3	15,79	10	52,63
HR	No	4	21,05	14	73,68
	Si	0	0,00	1	5,26

Las Tablas 10 y 11 recogen los datos demográficos de las variables cuantitativas y cualitativas, recogidas en la muestra del estudio de los 8 pacientes que mejoraron con la infiltración.

A los 6 meses del estudio, 8 (7,76%) pacientes obtuvieron una mejora en la escala AOFAS con infiltración y se observa que 6 (75%) eran mujeres y 2 (25%) hombres.

En cuanto al origen de la insuficiencia de primer radio, en 5 (62,5%) pacientes era por insuficiencia de primer radio de origen congénito, y en 3 (37,5%) casos de origen iatrogénico.

Además, 1 paciente (12,5%) trabajaba más de 5h de pie, 2 (25%) realizaban actividad física deportiva y 5 (62,5%) realizaba ambas cosas.

En cuanto al IMC, 5(62,5%) pacientes tenían sobrepeso y 3(37,5%) no.

Se observó que 5 (62,5%) pacientes tenían además patologías asociadas, y 3 (27,5%) no.

De los 8 pacientes donde funcionó la infiltración, 1 (12,5%) tenía un tipo de pie A, 6 (75%) un tipo de pie B y 1 (12,5%) C.

Se observó que 5 pacientes (62,5%) tenían HAV y ángulos IM y HV alterados y 3 (37,5%) de ellos no.

Además, 4 (50%) pacientes habían sido intervenidos anteriormente, y 4 (50%) no. Éstos habían sido intervenidos anteriormente de: 1 neuroma de *Morton*, 1 de bunionectomía en el primer radio y alargamiento del tendón extensor del primer dedo, 1 de HAV y reconstrucción de antepié sin fijación y 1 de HAV y tenotomías de todos los dedos por cirugía percutánea.

En cuanto a la retracción de gastrocnemios, 3 (37,5%) tenía retracción de gastrocnemios y 5 (62,5%) de ellos no.

Se observó que, 4 (50%) pacientes tenían inestabilidad de la articulación metatarsofalángica afectada y otros 4 (50%) no, y eran estables.

De las 6 mujeres, 3 (50%) llevaban zapato de tacón.

Tabla 10. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio, 8 pacientes donde el resultado de AOFAS mejoró con infiltración.

	Hombres			Mujeres		
	Media	Desviación	IC (95%)	Media	Desviación	IC (95%)
Edad	47,0	17,0	23,5 – 70,5	49,5	15,2	37,4 – 61,6
IMC	25,4	6,0	17,2 – 33,7	25,1	4,0	21,9 – 28,3
FPI	5,0	4,2	-0,9 – 10,9	-1,0	3,5	-3,8 – 1,8
Ángulo IM	9,6	0,8	8,4 – 10,8	9,7	1,1	8,9 – 10,6
Ángulo HV	13,9	2,8	10,0 – 17,7	15,4	1,3	14,3 – 16,5

Tabla 11. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio, 8 pacientes donde el resultado de AOFAS mejoró con infiltración.

Variables	Hombres		Mujeres		
	Pacientes	% Pacientes	Pacientes	% Pacientes	
Actividad	A	0	0,00	1	12,50
	AB	1	12,50	4	50,00
	B	1	12,50	1	12,50
	C	0	0,00	0	0,00
	No	0	0,00	0	0,00
Patología asociada	NO	1	12,50	2	25,00
	SI-A	0	0,00	0	0,00
	SI-B	0	0,00	0	0,00
	Si-C	1	12,50	4	50,00
IQ previas	No	1	12,50	3	37,50
	Si	1	12,50	3	37,50
Inest. Artic.	Inestable	1	12,50	3	37,50
	Estable	1	12,50	3	37,50
Retracción	No	1	12,50	4	50,00
	Si	1	12,50	2	25,00
Zapato	Sin tacón	2	25,00	2	25,00
	Tacón	0	0,00	4	50,00
In. 1r. radio	Congénita	1	12,50	4	50,00
	Iatrogenia	1	12,50	2	25,00
	Parte Blanda	0	0,00	0	0,00
	Pie Plano	0	0,00	0	0,00
HAV	No	1	12,50	2	25,00
	Si	1	12,50	4	50,00
HR	No	2	25,00	6	75,00
	Si	0	0,00	0	0,00

Las Tablas 12 y 13 recogen los datos demográficos de las variables cuantitativas y cualitativas, recogidas en la muestra del estudio de los 11 pacientes intervenidos quirúrgicamente.

Los **11 (10,67%)** pacientes en los que no funcionó la infiltración, ni previamente los soportes plantares, fueron intervenidos quirúrgicamente.

De estos pacientes, 9 (81,81%) eran mujeres y 2 (18,18%) hombres, pudimos observar:

En cuanto a la actividad física: 7 (63,63%) de los pacientes trabajaba más de 5 horas de pie, 3 (27,27%) realizaban actividad deportiva, y 1 (9,09%) realizaba ambas cosas.

El cuanto al origen de la insuficiencia de primer radio: 6 (54,54%) pacientes tenían una metatarsalgia por insuficiencia de primer radio de origen congénito y 5 (45,45%) de origen iatrogénico.

Solamente 4 (36,36%) de los pacientes tiene un IMC superior a 25 (sobrepeso u obeso) y 7 (63,63%) inferior a 25 (normopeso o delgados).

En el estudio se observa que 5 (45,45%) de los pacientes tenían patologías asociadas, 2 eran diabéticos y 3 otras patologías asociadas. También se observa que 6 (54,54%) pacientes no tenían patologías asociadas.

De los 11 pacientes, 3 (27,27%) tenían tipo de pie A, 7 (63,63%) tipo de pie B y 1 (9,09%) C.

De la muestra, 8 (72,72%) pacientes sí tenían HAV asociado y por tanto el ángulo IM superior a 15 y el ángulo HV superior a 9, y 3 (27,27%) de ellos no.

En cuanto a la retracción de gastrocnemios, 6 (54,54%) de los pacientes tenían retracción de gastrocnemios y 5 (45,45%) no la tenían.

En cuanto a la inestabilidad articular, 4 (36,43%) pacientes tenían inestabilidad en la articulación metatarsofalángica afectada y en 7 (63,63%) casos eran estables.

Solamente 2 (18,18%) llevaban zapato de tacón y eran mujeres y 9 (81,81%) no.

De los 11 pacientes que nosotros intervenimos quirúrgicamente, 7 de ellos ya habían sido intervenidos anteriormente de: 1 de metatarsalgia central pero sin fijación con osteosíntesis, 2 de *bunionectomía* de primer radio, 1 de una extirpación de una verruga en metatarsianos centrales (la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio era de origen congénito), 2 de HAV y tenotomías de los dedos mediante cirugía percutánea, y 1 de *bunionectomía* de primer radio más tenotomías del abductor del hallux y del extensor del primer dedo.

Tabla 12. Datos demográficos de las variables cuantitativas de la muestra del estudio, 11 pacientes donde el resultado de AOFAS no mejoró con infiltración y fueron intervenidos quirúrgicamente.

	Hombres			Mujeres		
	Media	Desviación	IC (95%)	Media	Desviación	IC (95%)
Edad	50,5	12,0	33,8 – 67,2	53,7	11,8	46,0 – 61,4
IMC	27,1	3,2	22,7 – 31,6	23,9	3,0	22,0 – 25,9
FPI	-4,0	2,8	-7,9 – -0,1	-1,6	4,7	-4,6 – 1,5
Ángulo IM	10,1	0,8	9,0 – 11,1	9,6	1,1	8,9 – 10,4
Ángulo HV	16,3	0,1	16,2 – 16,4	15,0	2,2	13,5 – 16,4

Tabla 13. Variables cualitativas recogidas de la muestra del estudio, 11 pacientes donde el resultado de AOFAS no mejoró con infiltración y fueron intervenidos quirúrgicamente.

Variables	Hombres		Mujeres		
	Pacientes	% Pacientes	Pacientes	% Pacientes	
Actividad	A	2	18,18	5	45,45
	AB	0	0,00	1	9,09
	B	0	0,00	3	27,27
	C	0	0,00	0	0,00
	No	0	0,00	0	0,00
Patología asociada	NO	1	9,09	5	45,45
	SI-A	1	9,09	1	9,09
	SI-B	0	0,00	0	0,00
	SI-C	0	0,00	3	27,27
IQ previas	No	0	0,00	4	36,36
	Si	2	18,18	5	45,45
Inest. Artic.	Inestable	1	9,09	3	27,27
	Estable	1	9,09	6	54,55
Retracción	No	1	9,09	4	36,36
	Si	1	9,09	5	45,45
Zapato	Sin tacón	2	18,18	7	63,64
	Tacón	0	0,00	2	18,18
In. 1r. radio	Congénita	2	18,18	4	36,36
	latrogenia	0	0,00	5	45,45
	Parte Blanda	0	0,00	0	0,00
	Pie Plano	0	0,00	0	0,00
HAV	No	0	0,00	3	27,27
	Si	2	18,18	6	54,55
HR	No	2	18,18	8	72,73
	Si	0	0,00	1	9,09

En el siguiente párrafo se describen las técnicas quirúrgicas realizadas en los 11 pacientes (osteotomía de Weil) y los procedimientos asociados que fueron necesarios:

1. Alargamiento de extensor largo del primer dedo y osteotomía de Weil en tercer y cuarto metatarsianos.
2. Cirugía del hallux valgus con técnica chevron y osteotomía de Weil en el segundo metatarsiano con artrodesis interfalángica del segundo dedo.
3. Osteotomía de Weil en el cuarto metatarsiano y artrodesis del cuarto dedo.
4. Osteotomía de Weil en el segundo metatarsiano.
5. Bunionectomía del bunion del primer radio sin corregir hallux valgus y osteotomía de Weil del cuarto metatarsiano.
6. Fasciotomía parcial de la fascia plantar y osteotomía de Weil de segundo y tercer metatarsianos.
7. Osteotomía de Weil en segundo y tercer metatarsianos.
8. Cirugía del hallux valgus con técnica reverdin y osteotomía de Weil en segundo metatarsiano.
9. Osteotomía de Weil en segundo metatarsiano.
10. Artrodesis de la articulación metatarsofalángica del primer radio y osteotomía de Weil del segundo metatarsiano.
11. Bunionectomía del bunion del primer radio sin corregir hallux valgus y osteotomía de Weil del segundo metatarsiano.

Las únicas complicaciones que resultaron en el postoperatorio de los pacientes intervenidos quirúrgicamente fueron menores, y en los dos casos fueron por fibrosis: en un caso de una cicatriz en una de las incisiones y en el otro en la planta del pie en la misma zona del metatarsiano donde se realizó la osteotomía de Weil.

7.2. ESTADÍSTICA ANALÍTICA

De los 103 pacientes iniciales en el estudio, a los 3 meses, 84 (81,55%) pacientes habían mejorado y obtuvieron una puntuación superior en la escala AOFAS con soportes plantares personalizados con barra metatarsal. Los 19 (18,44%) pacientes que no mejoraron con plantillas, fueron infiltrados de forma periarticular con corticoides.

A los 6 meses, de los 103 pacientes: 84 habían mejorado con soportes plantares; 8 (7,76%) con la infiltración y los soportes; y en 11 (10,67%) pacientes no funcionó la infiltración ni previamente los soportes plantares. Los últimos pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente mediante la osteotomía de Weil (Figura 8).

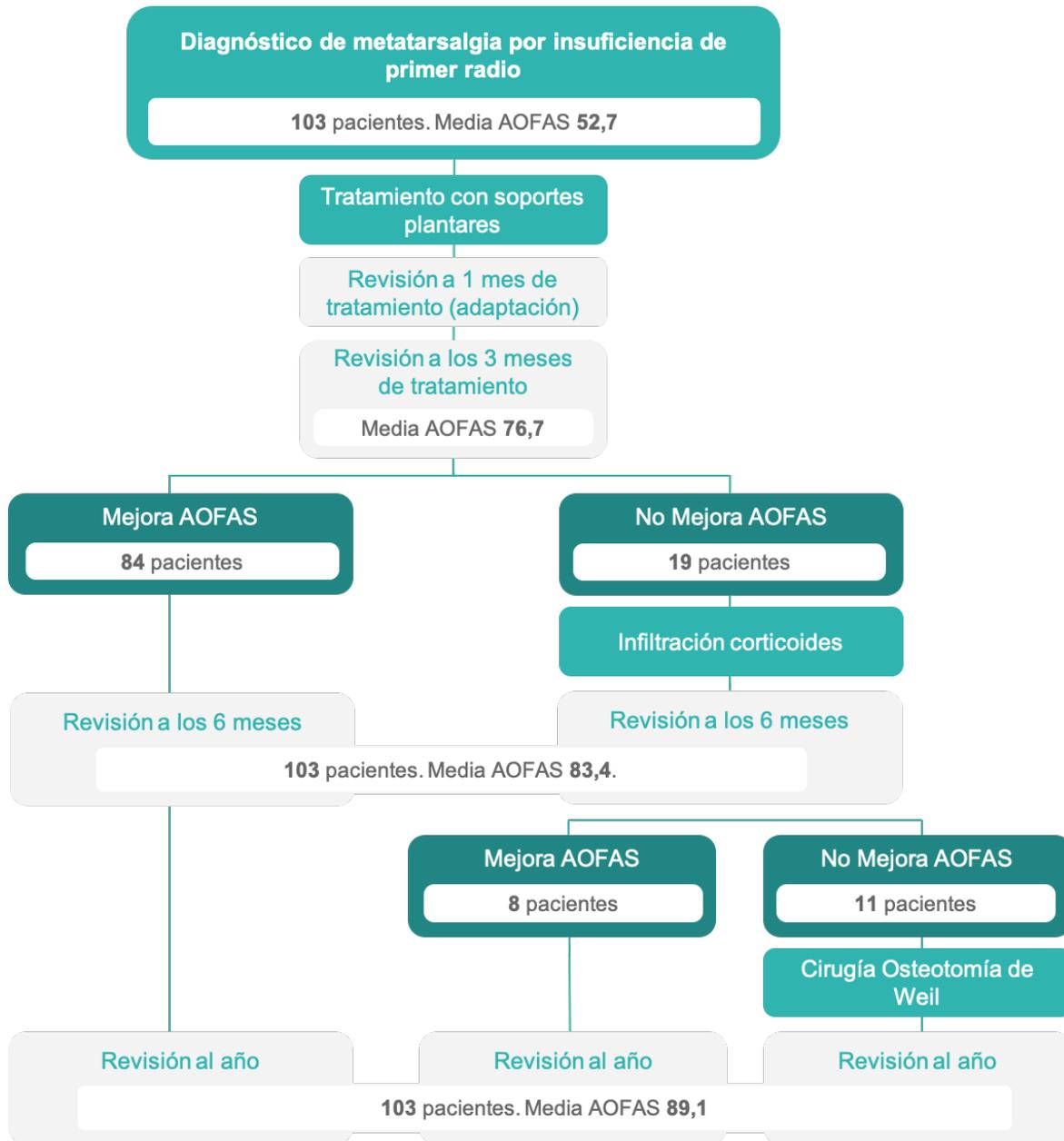


Figura 8. Resultados y algoritmo de diagnóstico y tratamiento de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.

La Figura 9 muestra la evolución de la puntuación de la escala AOFAS, de los pacientes en las diferentes visitas probando que los tratamientos realizados han mejorado el valor de AOFAS. Se observa que los pacientes tratados con soportes plantares mejoran la mediana de la puntuación de AOFAS entre el primer mes y los 3 meses, que los pacientes infiltrados a los 3 meses también mejoran la mediana de la puntuación de AOFAS en la visita de los 6 meses, y que todos los pacientes intervenidos quirúrgicamente a los 6 meses, mejoran la mediana de la puntuación de AOFAS en la visita de los 12 meses. Solamente hubo 2 pacientes donde el resultado de la puntuación de AOFAS, mejoró en primera instancia con soportes plantares pero volvieron a empeorar en la revisión de los 12 meses.

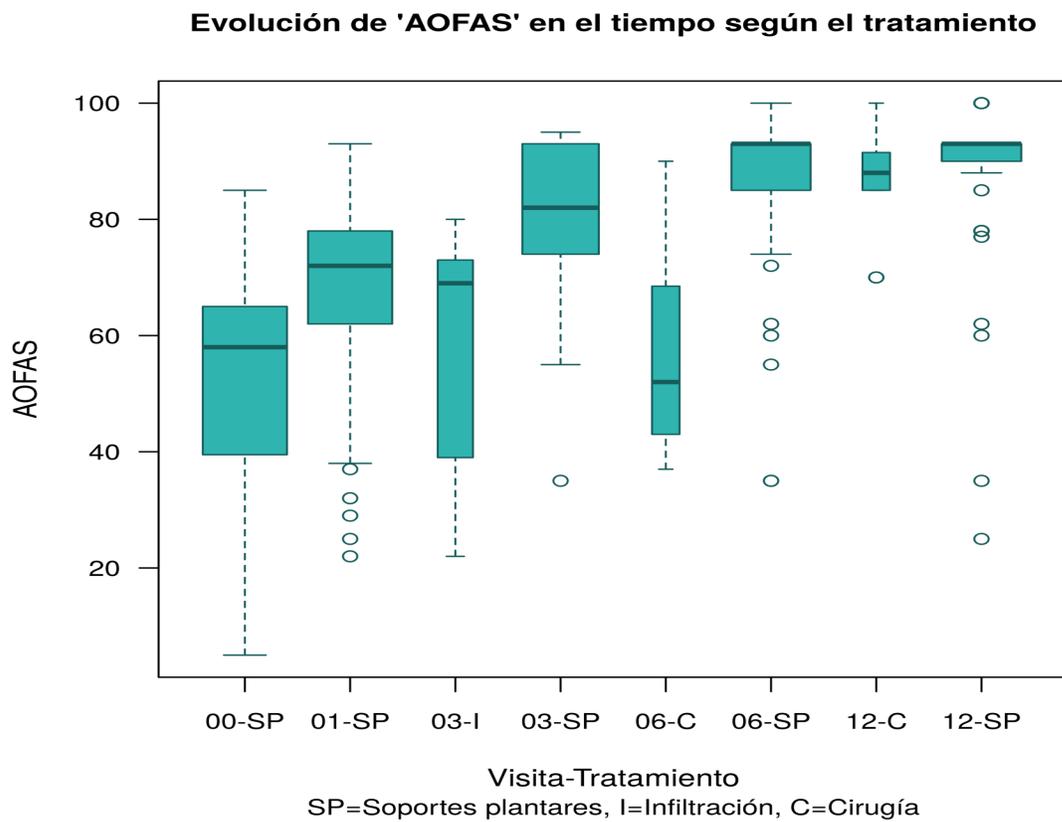


Figura 9. Evolución de la Escala AOFAS de los pacientes a lo largo del tiempo.

La Tabla 14 muestra los resultados de la comparación de los pacientes que mejoraron con los que no mejoraron según los valores de AOFAS.

Las comparaciones se realizaron entre la primera visita y la de los 3 meses, entre la primera visita y las de los 6 meses y entre la primera visita y las de los 12 meses. Mostrando que la media de la diferencia de las comparaciones indica mejora, pues el valor p que se ha obtenido es $<0,001$.

Los tres tratamientos mejoraron la puntuación de AOFAS indicando que la diferencia en cada visita es más grande y por tanto los tratamientos mejoran la sintomatología a largo plazo.

Tabla 14. Resultados de la comparación de la diferencia del valor de AOFAS de los 103 pacientes entre la primera visita y las visitas a los 3, 6 y 12 meses.

Visitas Pre- Post	Pre		Post		Diferencia			
	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación	IC 95%	P-valor
1 – 3	52,7	17,2	76,7	15,3	24,0	11,4	21,5 – 26,0	$<0,001$
1 – 6	52,7	17,2	83,4	15,3	30,6	13,1	28,0 – 33,0	$<0,001$
1 – 12	52,7	17,2	89,1	10,9	36,4	16,4	33,0 – 39,5	$<0,001$

El análisis estadístico que se presenta en la Tabla 15, muestra qué variables influyen en la presencia de metatarsalgia por insuficiencia de primer radio antes de comenzar el tratamiento.

Las variables significativas, pues el valor p que se ha obtenido es $<0,05$, han sido: Pacientes que trabajan más de 5 horas de pie ($p=0.0119$), la presencia de patologías sistémicas asociadas ($p=0.0477$), la presencia de inestabilidad metatarsofalángicas ($p=0.0039$), presencia del ángulo HV >9 , la presencia del ángulo IM >15 , la presencia de HAV con el mismo valor p ($p=0.0167$), el origen de insuficiencia de primer radio por causa congénita ($p=0.0165$) y por causa iatrogénica ($p=0.0149$), fueron las variables asociadas a la presencia de metatarsalgia en el periodo pretratamiento.

Tabla 15. Test para comparar los valores AOFAS en la primera visita, entre pacientes con diferentes covariables antes de cualquier tratamiento

Actividad A	Actividad B	Valor p
44.1	52.0	0.0898
Actividad A	Actividad C	
44.1	53.3	0.1148
Actividad A	Actividad AB	
44.1	57.3	0.0119
Actividad B	Actividad C	
52.0	53.3	0.4162
Actividad B	Actividad AB	
52.0	57.3	0.0702
Actividad C	Actividad AB	
53.3	57.3	0.2557
IMC A	IMC B	
54.2	51.1	0.1788
No alteraciones	Alteraciones A	
55.5	50,6	0.2042
No alteraciones	Alteraciones B	
55.5	46.2	0.1705
No alteraciones	Alteraciones C	
55.5	50.1	0.0758
No alteraciones	Alteraciones	
55.5	49,8	0.0477
Alteraciones A	Alteraciones B	
50.6	46'2	0.3360
Alteraciones A	Alteraciones C	
50.6	50.1	0.4696
Alteraciones B	Alteraciones C	
46.2	50.1	0.3390
Tipo de pie A	Tipo de pie B	
53.6	52.2	0.3484
Tipo de pie A	Tipo de pie C	
53.6	55.7	0.4151
Tipo de pie B	Tipo de pie C	
52.2	55.7	0.3538
Tipo de pie A	Tipo de pie BC	
53.6	52.5	0.3742
Ángulo IM A	Ángulo IM B	
55.8	48.5	0.0167
Ángulo HV A	Ángulo HV B	
55.8	48.5	0.0167
Cirugía previa	No cirugía previa	

49.6	53.9	0.1527
Retracción gastroc.	No retracción gastroc.	
51.8	53.6	0.2996
HAV	No HAV	
48.5	55.8	0.0167
Zapatos de tacón	No zapatos de tacón	
55.9	51.3	0.0919
Estabilidad articular	Inestabilidad articular	
55.1	39.8	0.0039
Insuf. 1r Congenita	Insuf. 1r Iatrogénica	
51.6	49,6	0.3318
Insuf. 1r Congenita	Insuf. 1r Partes blandas	
51.6	65	0.0165
Insuf. 1r Congenita	Insuf. 1r Pie plano	
51.6	63.5	0.0270
Insuf. 1r Iatrogénica	Insuf. 1r Partes blandas	
49.6	65	0.0149
Insuf. Iatrogénica	Insuf. 1r Pie plano	
49.6	63.5	0.0194
Insuf. 1r P. blandas	Insuf. 1r Pie plano	
65	63.5	0.4106

La Tabla 16 muestra el análisis comparativo de las variables que mostraron asociación significativa con la presencia de no mejoría a los 3 meses (después de tratamiento con plantillas) y a los 6 meses (después de tratamiento con plantillas e infiltración). Por lo tanto, son variables que influyen en la prevalencia de la metatarsalgia, siendo “n”, el número de pacientes donde prevalece la metatarsalgia y su porcentaje.

Las variables significativas, pues el valor p que se ha obtenido es $<0,05$, han sido: La presencia de cirugía previa en pie y tobillo ($p=0,001$), los pacientes que realizaban actividad física de trabajar más de 5h en bipedestación ($p=0,025$), la presencia del ángulo HV >9 , la presencia del ángulo IM >15 , la presencia de HAV ($p=0,019$), el origen de insuficiencia de primer radio por causa congénita ($p=0,038$) y la inestabilidad de las articulaciones metatarsofalángicas ($p=0,001$) fueron las variables que se vieron asociadas a la presencia de no mejoría a los 3 meses. La presencia de

cirugía previa en pie y tobillo ($p=0,009$) y los pacientes que realizaban actividad física de trabajar más de 5h en bipedestación ($p<0,001$) fueron las variables que se vieron asociadas a la presencia de no mejoría a los 6 meses y la presencia de la metatarsalgia.

Tabla 16. Comparación del porcentaje de pacientes que mejoran con soportes plantares a los 3 meses y a los 6 meses con soportes plantares e infiltración con los que no mejoran y prevalece la metatarsalgia.

Variables	Visita 3 meses Prevalencia Metatarsalgia			Visita 6 meses Prevalencia Metatarsalgia			
	n	%	P-valor	n	%	P-valor	
Sexo	M (77)	15	19,5	0,863	9	11,7	0,839
	H (26)	4	15,4		2	7,7	
IMC	A (54)	11	20,4	0,784	8	14,8	0,268
	B (49)	8	16,3		3	6,1	
Actividad	A (19)	8	42,1	0,025	7	36,8	<0,001
	AB (46)	6	13,0		1	2,2	
	B (30)	5	16,7		3	10,0	
Alteraciones	No (53)	9	17,0	0,587	6	11,3	1,000
	SIC (33)	8	24,2		5	10,0	
Tipo pie	A (25)	4	16,0	0,609	3	12,0	0,844
	B (72)	13	18,1		7	9,7	
	C (6)	2	33,3		1	16,7	
Cirugía previa	No (76)	8	10,5	0,001	4	5,3	0,009
	SI (27)	11	40,7		7	25,9	
Ángulo IM	<9 (60)	6	10,0	0,019	3	5,0	0,060
	>9 (43)	13	30,2		8	18,6	
Ángulo HV	<15 (60)	6	10,0	0,019	3	5,0	0,060
	>15 (43)	13	30,2		8	18,6	
HAV	NO (60)	6	10,0	0,019	3	5,0	0,060
	SI (43)	13	30,2		8	18,6	
Retracción	No (54)	10	18,5	1,000	5	9,3	0,865
	Sí (49)	9	18,4		6	12,2	
Inestabilidad articular	Inestable (16)	8	50,0	0,001	4	25,0	0,115
	Estable (87)	11	12,6		7	8,0	
Zapato Talón	No (70)	13	18,6	1,000	9	12,9	0,484
	Sí (33)	6	18,2		2	6,1	
Insuf-1r	Congénita (71)	11	15,5	0,038	6	8,5	0,106
	Iatrogénica (20)	8	40,0		5	25,0	

La Tabla 17 muestra el modelo de regresión logística que identificó tres variables predictivas de no mejoría tras tratamiento con plantillas a los 3 meses y dos variables predictivas tras tratamiento con plantillas e infiltraciones a los 6 meses

Las variables predictivas, pues el valor p que se ha obtenido es $<0,05$, han sido: La presencia de cirugía previa en pie y tobillo ($p=0,0014$), los pacientes que realizaban actividad física de más de 5h en bipedestación ($p=0,0168$), y la inestabilidad de las articulaciones metatarsofalángicas ($p=0,0002$) fueron las variables que se vieron asociadas a la presencia de no mejoría a los 3 meses.

La presencia de cirugía previa en pie y tobillo ($p=0,0222$) y los pacientes que realizaban actividad física de trabajar más de 5h en bipedestación ($p=0,0354$) fueron las variables que se vieron asociadas a la presencia de no mejoría a los 6 meses y la presencia de la metatarsalgia.

Tabla 17. Modelo de regresión logística de variables predictivas de no mejoría en pacientes con metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.

Variables predictivas	Visita 3 meses Prevalencia Metatarsalgia			Visita 6 meses Prevalencia Metatarsalgia		
	Odds	95% Inter.	P-valor	Odds	95% Inter.	P-valor
	Ratio	Confianza		Ratio	Confianza	
Actividad	2,104	1,20 – 4,10	0,0168	2,855	1,15 – 8,30	0,0354
Cirugía previa	0,146	0,04 – 0,45	0,0014	0,202	0,04 – 0,58	0,0222
Inestabilidad articular	7,152	2,71 – 22,64	0,0002			

La Tabla 18 muestra, de modo sintetizado, las variables del estudio que han resultado significativas en el pretratamiento y postratamiento, y las variables predictivas de no mejoría.

Tabla 18. Variables del estudio, variables significativas pretratamiento, variables significativas postratamiento y variables predictivas de no mejoría.

Variables del estudio	Variables significativas Pretratamiento	Variables significativas Postratamiento		Variables predictivas de no mejoría	
		3 meses	6 meses	3 meses	6 meses
Sexo					
IMC					
Actividad	•	•	•	•	•
Alteraciones	•				
Tipo pie					
Cirugía previa		•	•	•	•
Ángulo IM	•	•			
Ángulo HV	•	•			
HAV	•	•			
Retracción					
Inestabilidad articular	•	•		•	
Zapato Talón					
Insuf-1r congénita	•	•			
Insuf-1r congénita iatrogénica	•	•			

8. DISCUSIÓN

En este trabajo, se diagnosticaron los pacientes mediante estudio biomecánico y radiografía simple y se aplicaron los tres tratamientos por orden cronológico y de conservador a quirúrgico: soportes plantares personalizados con barra metatarsal y extensión de Morton; infiltración con corticoides, a los 3 meses si los pacientes no mejoraron; y, finalmente con cirugía mediante la osteotomía de Weil, si a los 6 meses de estudio no funcionaba ninguno de los tratamientos anteriores. Se midió su mejora con la escala AOFAS al valorar el dolor, función y alineación en cada una de las visitas previas y posteriores a cada tratamiento.

Asimismo, se han evaluado y considerado diferentes factores etiológicos que podían estar asociados. Estos factores influyen en la aparición de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio y el resultado de los tratamientos, pudiendo ser predictivos.

Como se ha observado tras la revisión de la literatura, en las últimas décadas se ha avanzado en el conocimiento sobre diversos aspectos relacionados con la metatarsalgia^{8,13,46,52,53,95,107}: la mecánica del antepié, métodos de diagnóstico y tratamiento, en el concepto de metatarsalgia de apoyo y propulsión, metatarsalgias por transferencia, de su etiología congénita, iatrogénica, debilidad de partes blandas y pie plano. Además, se han fijado bases más sólidas en cuanto a anatomía de antepié, fórmula metatarsal, sus tratamientos conservadores o quirúrgicos y sus diferentes factores etiológicos y variables asociadas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que el protocolo de tratamiento aplicado es eficaz desde el punto de vista de mejoría de puntuación en el valor AOFAS en las visitas de los 3, 6 y 12 meses. El valor AOFAS aumentó, por lo que se mostró una disminución del dolor, mejoría de la función y alineación. El valor de AOFAS, entre diversos aspectos, se focaliza prioritariamente en el dolor, en comparativa con otras escalas como SF36¹⁰⁸.

Besse et al.⁸, realizaron un trabajo determinando las diferentes etiologías de la metatarsalgia, entre ellas la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio,

aportando datos que describen los métodos de diagnóstico y todos los tratamientos a realizar. Los tratamientos conservadores se basan en el uso de soportes plantares y, los quirúrgicos, enfatizan en la fiabilidad de la osteotomía de Weil en comparativa con DMMO (Distal Metatarsal Osteotomy). En los tratamientos, se consideran la resección de gastrocnemios o la reparación del plato plantar de manera asociada. Estos autores coinciden en los tratamientos que se realizan en este estudio, excepto las infiltraciones con corticoides, a su vez de destacar la importancia de sopesar los factores biomecánicos asociados. Sin embargo, no inciden en el orden de tratamiento ni realizan un estudio prospectivo.

Espinosa et al.⁹ insisten, coincidiendo con Besse et al.⁵³, en la necesidad de un protocolo de tratamiento individualizado, determinando que el tratamiento no quirúrgico es mayoritariamente suficiente para conseguir resultados satisfactorios, tal y como se demuestra en el presente estudio. En los casos donde no funciona el tratamiento conservador, el tratamiento quirúrgico es preciso, corrigiendo también las deformidades que producen dolor. Estudian los tres tratamientos realizados en nuestro estudio, aunque de forma muy genérica y sin basarse en estudios experimentales ni prospectivos con pacientes. Los autores también concluyen que las infiltraciones con cortico esteroides son poco utilizadas y que la osteotomía de *Weil es eficaz* en el 70% de los casos.

En este estudio prospectivo y observacional, se profundiza en la etiología de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio únicamente, y se aplican los tres tratamientos que se consideran más válidos, de conservador a quirúrgico, y se efectúa un seguimiento con la escala AOFAS en las diferentes visitas.

Los resultados del estudio muestran que el tratamiento conservador más eficaz son los soportes plantares con descarga metatarsal y extensión de Morton¹⁰⁹. En este sentido, se encuentran en la literatura diferentes estudios que coinciden con estos resultados^{39,59,62,63}. Entre otros, Postema et al.⁵⁹ analizan la influencia de los soportes plantares personalizados en cuanto a las presiones plantares y los resultados del

estudio demuestran que producen una disminución del pico de presión y de la fuerza de impulso. Asimismo, Holmes y Timmerman⁶² llegan a la misma conclusión, analizando el efecto de las descargas en las presiones plantares baropodométricas. Por otro lado, Williams¹¹⁰ considera que en los pies cavos, al igual que Burns et al.⁶³, que los soportes plantares pueden corregir la biomecánica de la metatarsalgia, ya que se observa en los resultados de los estudios que, de los pacientes con soportes plantares personalizados con descarga metatarsal, las presiones plantares mejoran más que la plantillas estándar.

Diferentes estudios han mostrado la mayor eficacia de las ortesis plantares a medida en la reducción de las presiones plantares y de la sintomatología clínica sobre placebo o plantillas estándar u otros tipos de tratamiento^{58,64}. Otros estudios muestran que la extensión de Morton funciona mejor que las piezas retrocapitales en reducción de las presiones plantares durante la marcha¹⁰⁹. Estos autores dan valor a la importancia del uso de soportes plantares en la metatarsalgia provocada por insuficiencia de primer radio, como se muestra en nuestro estudio. Los resultados demuestran que en el inicio existe una mejora clínica significativa respecto a la reducción de los síntomas de la patología en 84 pacientes que mejoraron con soportes plantares. Consideramos que el añadir la extensión de Morton además de la barra metatarsal en los soportes plantares puede ser un factor que favorece la correcta descarga de los metatarsianos y los buenos resultados obtenidos en el estudio.

En cuanto a las infiltraciones con corticoides, varios autores^{46,69} las consideran un tratamiento válido en las partes blandas inflamadas después de una sobrecarga, así como metatarsalgias estáticas en la inestabilidad de las articulaciones metatarsofalángicas, sobretodo en casos de intensas reacciones inflamatorias locales. Los resultados en este estudio fueron también significativos. Las infiltraciones con corticoides se aplicaron de manera complementaria si no tenía éxito terapéutico el soporte plantar. Los resultados muestran que, de los 19 pacientes que se infiltraron a los 3 meses, 8 de ellos mejoraron su sintomatología

respecto al incremento del valor de la escala AOFAS. De este modo, se consideró como un tratamiento válido asociado a los soportes plantares cuando, después de utilizar éstos, persiste el dolor.

El tratamiento quirúrgico es el más referenciado en la literatura, a pesar de sus controversias y comparaciones entre técnicas, generalmente indicado para metatarsalgias recalcitrantes refractarias a los tratamientos conservadores^{5,8,9,16,72,111}. Actualmente, la osteotomía de Weil es la más utilizada por su estabilidad y sencillez de realizar en metatarsalgias por insuficiencia de primer metatarsiano.

Roukis⁷², en referencia a las técnicas quirúrgicas de cabeza y cuello de los metatarsianos, sugiere la selección cuidadosa del paciente y el asesoramiento adecuado con respecto al gran potencial para desarrollar complicaciones. Sugiere discutir en detalle todas las posibilidades antes de realizar una cirugía en los metatarsianos centrales, especialmente dado el alivio significativo que brindan las medidas de cuidado conservador. De modo similar, Redfern⁷¹, en su estudio sobre el tratamiento de las metatarsalgias con osteotomías distales, subraya que se han descrito muchas osteotomías metatarsianas distales diferentes en el tratamiento quirúrgico de la metatarsalgia. Defiende que el cirujano debe utilizar estas osteotomías con prudencia ya que en los casos en que los tratamientos no quirúrgicos han fracasado, es esencial una comprensión completa de las causas de la metatarsalgia y una evaluación clínica detallada del paciente para lograr buenos resultados quirúrgicos. También señala la importancia de no subestimar el poder de la corrección de anomalías del primer radio en el tratamiento de la metatarsalgia concurrente.

Pascual et al.¹⁶ en su revisión de los artículos clínicos, radiológicos y de laboratorio o cadavéricos que se han realizado sobre esta técnica sobre todos los aspectos relacionados con la osteotomía de Weil, sus indicaciones, efectos mecánicos, modificaciones, posibles complicaciones y resultados de los estudios clínicos. Concluyeron que la osteotomía de Weil es, por el momento, la técnica más

comúnmente utilizada para corregir la excesiva longitud de los metatarsianos con una parábola metatarsal alterada y que la gran mayoría de estudios clínicos muestran una gran satisfacción cercana al 80-85% de efectividad, lo que coincide con el presente estudio en que todos los casos intervenidos quirúrgicamente mejoran.

Sin embargo, existen complicaciones de la propia osteotomía¹⁶, por ejemplo: dedos flotantes (36%), recurrencia (15%), metatarsalgia de transferencia (7%), retraso de la unión o no unión (3%). Los porcentajes son relativamente altos, aunque algunas de estas complicaciones no son problemas reales para los pacientes más que los dedos flotantes o la recurrencia de la metatarsalgia por transferencia, que a menudo requiere volver a intervenir quirúrgicamente. En el presente estudio solo se han producido dos complicaciones menores, aunque el corto número de casos no nos permite sacar conclusiones al respecto.

Pascual et al.¹⁶ describieron las diferentes modificaciones de la osteotomía de Weil, como la de triple Weil o la modificación de Maceira. La última es la más utilizada actualmente ya que no sólo permite un acortamiento del metatarsiano, sino que también permite una elevación coaxial de la cabeza del metatarsiano en el plano sagital, especialmente en los acortamiento de más de 3mm. Pascual et al.¹⁶ subrayan que la alineación de las cabezas de los metatarsianos en el plano frontal después de múltiples osteotomías de Weil, es el resultado final de muchas variables como el tipo de osteotomía y la inclinación del corte y el acortamiento deseado. Los autores concluyen que son necesarios más estudios para entender todos los aspectos para guiar el plan preoperatorio de los pacientes.

Se ha hallado en la literatura que la osteotomía de *Weil* por cirugía abierta permite una buena disección por planos y, por tanto, una buena identificación de los tejidos para poder preservar las estructuras anatómicas íntegras. La DMMO, otra de las más empleadas actualmente, es percutánea y, por lo tanto, no se requiere disección. Besse et al.⁷⁶, discuten sobre la existencia de la osteotomía de Weil y la osteotomía

DMMO y encuentran pocas diferencias significativas más que un postoperatorio más largo o la dificultad del aprendizaje de la segunda.

Yeo et al.⁷⁷, realizan un estudio comparando los resultados tempranos de la osteotomía de Weil y la osteotomía mini invasiva metatarsiana distal para la metatarsalgia del dedo inferior. Los resultados muestran que la DMMO es una alternativa segura a la osteotomía de Weil. En este estudio todos los pacientes han sido intervenidos por cirugía abierta mediante la osteotomía de Weil, sin complicaciones mayores. Por lo tanto, se considera esta técnica actualmente válida.

Existe un intenso debate en la fijación o no de la osteotomía al realizarla y los beneficios de ésta⁷⁸. De la misma manera que existen diferentes formas de fijación interna o externa, tornillos canulados que requieren la colocación de agujas de *Kirschner* guía, perforación y avellanado, agujas temporales de *Kirschner* para retirar a los días de intervención, o tornillos *twist-off*, que permiten una fácil colocación del tornillo sin la necesidad de una aguja guía o de perforar previamente⁵. En este sentido, Jex et al.⁷⁹ los comparan y hablan de su buen funcionamiento. Espinosa et al.⁹ concluyen que la mejora de la fijación interna puede reportar mejores resultados a largo plazo. En el presente estudio, se constata que todas las osteotomías de Weil fueron fijadas con tornillos *twist-off* sin complicaciones.

Weil y De heer⁸⁷, se replantean si la técnica de la osteotomía de Weil está siendo sobre utilizada. Los autores demuestran que la osteotomía de Weil proporciona una excelente opción quirúrgica para las patologías primarias de radios centrales. Sin embargo, la mayoría de éstas no son deformidades primarias, sino que son secundarias a anomalías biomecánicas o deformidades digitales. La clave del éxito de los resultados quirúrgicos en la cirugía de pie y tobillo, según los autores, depende de abordar todos los niveles de deformidad teniendo en cuenta los factores biomecánicos subyacentes. Así que, para realizar la osteotomía de Weil, a menudo se deben realizar otras técnicas quirúrgicas para corregir deformidades u otras patologías asociadas, como la reparación del plato plantar flexor⁸⁴, la resección de

gastrocnemios⁸⁵, el hallux valgus o dedos en garra⁸⁶. En el presente estudio, en los 11 casos quirúrgicos que se realizaron, se abordaron las correcciones que fueron necesarias además de las osteotomías de Weil, obteniendo unos resultados óptimos a los 6 meses del postoperatorio. En este sentido se considera importante entender todo el conjunto de causas que provocan la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio para su corrección y obtener un buen resultado en el tratamiento.

Así se ha reflejado también en los resultados de este estudio, ya que 11 de los 103 pacientes, a los 6 meses, no mejoraron ni con soportes plantares ni con infiltración y fueron intervenidos quirúrgicamente, observando en la revisión a los 12 meses una mejora significativa en el valor de AOFAS entre los pacientes al inicio y al final del estudio.

En cuanto a los factores etiológicos, antes de tratar a los pacientes y a las variables asociadas a la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio que podían influir en el resultado terapéutico de los diferentes tratamientos, se halló que ocho variables fueron significativas: pacientes que realizaban actividad física, la presencia de patologías sistémicas asociadas, la presencia de inestabilidad metatarsofalángicas, que el ángulo HV >9, y el ángulo IM >15 con presencia de Hallux valgus, el origen de insuficiencia de primer radio por causa congénita y por causa iatrogénica (tabla 15).

Slullitel et al.¹⁸, de forma similar, concluyen en su estudio que la metatarsalgia ocurre en casi la mitad de los pacientes con hallux valgus, que tiene una etiología multifactorial y que los resultados contradicen la teoría de que la magnitud de la deformidad del hallux valgus y el incremento de la longitud de los metatarsianos menores dirigen la metatarsalgia primaria por si mismos. Los factores asociados que fueron significativos deben ir dirigidos ordenadamente para tratar la patología de forma adecuada, sirviendo como una buena referencia en cuanto a los factores etiológicos y variables que hay que observar. Del mismo modo que se muestra en este estudio, antes de tratar a los pacientes y a los 3 meses, el HAV fue una variable asociada a la patología o a la no mejoría los pacientes tratados con soportes

plantares. Farber et al.⁸⁶ y Bevernage et al.³⁷ le dan importancia a la medida de los ángulos IM y del HV para determinar qué procedimiento quirúrgico se realizará en el caso de fracaso los tratamientos conservadores, ya que estos se mostraron asociados a la presencia de hallux valgus.

En este estudio, la influencia de la actividad física (trabajar más de 5h en bipedestación) ha sido una variable significativa, tanto en los pacientes antes de ser tratados como a los 3 y a los 6 meses. En los pacientes antes de ser tratados, influyó en el valor de AOFAS y, a los 3 y 6 meses de tratamiento, influyó en que los tratamientos con soportes plantares e infiltración con corticoides no funcionasen. Se considera que esta variable significa la presencia de una metatarsalgia estática. Dilgent et al.⁴⁶, en su estudio sobre las metatarsalgias estáticas, comentan que la patología metatarsal es muy amplia y suele guardar relación con lesiones del primer radio. Por ejemplo, la insuficiencia de primer radio normalmente congénita resultó una variable significativa en el pretratamiento y a los 3 meses de tratamiento de nuestro estudio. Dilgent et al.⁴⁶ sugieren analizar exhaustivamente los 5 radios para poder determinar el mejor tratamiento, comentando que el tratamiento conservador es preventivo y a menudo curativo para poder evitar la cirugía que, aunque produce buenos resultados, su recuperación es más lenta. Se considera esta variable como una de las más importantes dado que es una de las variables que, según el análisis de regresión logística, se considera predictiva. La variable influencia tanto a los 3 como a los 6 meses del estudio, en el funcionamiento de los tratamientos conservadores.

Butterworth et al.⁵⁰ resaltan la evidencia de una fuerte asociación entre el IMC elevado y un dolor en el pie, aunque no especifica en qué zona. Dufour et al.⁴⁹ estudiaron la obesidad y su relación con el dolor en población envejecida y concluyeron con la posibilidad del incremento del dolor en el pie con un IMC elevado. En nuestro estudio la variable IMC no ha sido significativa directamente para la presencia de metatarsalgia, aunque el peso del paciente puede ser importante por su asociación a las patologías sistémicas estudiadas.

Hsu et al.⁴⁷ comparan pacientes diabéticos de tipo 2 con pacientes sanos, determinando que los tejidos plantares de debajo de las cabezas de los metatarsianos suelen estar alterados a la vez que reciben carga. En el presente estudio resultó significativa la existencia de patologías asociadas, ya que los pacientes con patologías asociadas como la Diabetes, resultaron tener una puntuación más baja en la puntuación de la escala AOFAS.

La inestabilidad de la articulación metatarsofalángica afectada también fue un factor asociado significativo antes de aplicar los tratamientos. Se encontró que los pacientes con inestabilidad metatarsofalángica tenían una puntuación de AOFAS más baja. También lo fue a los 3 meses del estudio, considerándola una de las variables predictivas, ya que influenció en la efectividad de los soportes plantares. Otros estudios prospectivos como el de Nery et al.⁹⁶, tratan de manera muy concreta, y específica, la evaluación de un protocolo para el tratamiento quirúrgico de las lesiones en las articulaciones metatarsofalángicas de radios medios y las lesiones del plato plantar. Sus hallazgos, como en el presente estudio, demuestran que la inestabilidad de las articulaciones metatarsofalángicas menores, es una causa común de dolor y deformidad. Los resultados del estudio de Nery et al.⁹⁶ presentan que los pacientes con menos alteración o sin alteración de la placa plantar, mirando la inestabilidad de la articulación respectiva, tenían menos dolor con una puntuación de la escala AOFAS más alta.

La variable de cirugía previa, es decir, si los pacientes habían sido intervenidos quirúrgicamente de pie o tobillo previamente, fue significativa a los 3 y a los 6 meses del estudio. Se comparó a los pacientes que habían mejorado con soportes plantares con los que no habían mejorado y se observó que una previa intervención influencia en la efectividad del tratamiento. En concreto, es un factor asociado a que los soportes plantares no funcionen, repitiéndose como variable significativa también en la visita de los 6 meses como factor asociado a que la infiltración con corticoides tampoco funcione. Se considera una de las variables importantes, ya que es predictiva según el análisis de regresión logística. Este hallazgo coincide con el de

Maceira y Monteagudo³⁴ y con Barouk³², los cuales indican que en el manejo de la metatarsalgia de transferencia, después de la cirugía de hallux valgus, es importante una comprensión profunda de los trastornos anatómicos, para planificar el tratamiento adecuado. Una historia detallada y un examen clínico junto con estudios de imagen permitirán determinar qué salió mal y por qué.

Barouk³², en su estudio sobre la recurrencia de la metatarsalgia, apunta que en la recurrencia de la metatarsalgia de radios medios, la cirugía de hallux valgus puede ser un problema por dos motivos: por la posición del primer metatarsiano después de una inapropiada corrección o por no reconocer un acortamiento de gastrocnemios previo a la cirugía. El autor preconiza que el mejor tratamiento es restaurar la normalidad de la anatomía, aunque no siempre sea posible, y que la cirugía en los radios afectados puede ser la solución. Se centra básicamente en que la recurrencia de la metatarsalgia tiene un origen multifactorial y puede ser considerada como una iatrogenia o un fallo de una cirugía previa. En el presente estudio se pueden observar de modo significativo distintas variables asociadas a la recurrencia de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio. Entre estas variables, la insuficiencia iatrogénica del primer radio se destaca como causa de dicha patología antes de tratar a los pacientes y los que fueron intervenidos quirúrgicamente con anterioridad a los 3 meses de tratamiento. A los 6 meses también fue significativa, mostrando que estaba asociada a la recurrencia de la metatarsalgia y, por tanto, los pacientes tuvieron que ser intervenidos quirúrgicamente. En este sentido, consideramos que la insuficiencia iatrogénica del primer radio es refractaria al tratamiento conservador y se debería considerar la opción quirúrgica desde el inicio.

En resumen, el presente estudio muestra que es necesario realizar los tratamientos por orden de conservador a quirúrgico y por orden cronológico. Esto es debido a que la mayoría de casos de metatarsalgia por insuficiencia de primer radio se resuelven con tratamiento conservador mediante soportes plantares personalizados con barra metatarsal. La infiltración es efectiva en un 40% de los casos en los cuales

el tratamiento con soportes plantares ha fracasado, siendo la cirugía la única vía correctiva en caso del fracaso de los dos tratamientos anteriores y, especialmente, en los casos de metatarsalgia por insuficiencia del primer radio iatrogénica.

Para tratar la patología de la metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio, se aconseja a los facultativos que se centren en los tres tratamientos: soportes plantares, infiltración o cirugía con osteotomía de *Weil* por orden cronológico y de conservador a quirúrgico. Asimismo, se aconseja examinar teniendo en cuenta las variables significativas antes de tratar a los pacientes y después de cada uno de los tratamientos.

Se confía en que este estudio pueda servir de referente a la hora de tratar las metatarsalgias por insuficiencia de primer radio, ya que con nuestra experiencia en la mejora de los pacientes y la significación estadística de las tres variables de tratamiento, se muestra que estos funcionan, de la manera que se han ordenado.

9. CONCLUSIONES

9.1. CONCLUSIONES GENERALES

1. La evaluación prospectiva de los tres tratamientos (soportes plantares personalizados, infiltraciones con corticoides y cirugía con la osteotomía de Weil), ha demostrado ser eficaz en el 98.06% de los casos, mostrando unos resultados de mejoría del paciente según la escala AOFAS en cada uno de los tratamientos, que pueden servir como referencia de protocolo de actuación.

2. De nuestro estudio se desprende que los tratamientos deben ser realizados por orden cronológico, de conservador a quirúrgico: El 81,55% de casos de metatarsalgia por insuficiencia de primer radio se resuelven con tratamiento conservador mediante soportes plantares personalizados con barra metatarsal. La infiltración asociada a los soportes plantares es efectiva en el 7,76% de los casos en los cuales el tratamiento con soportes plantares ha fracasado. En el 10,67% de los casos, la cirugía ha sido la única vía correctiva en caso del fracaso de los dos tratamientos anteriores.

3. En el análisis de los factores etiológicos y la valoración de las variables asociadas, se ha demostrado que éstas influyen y condicionan la aparición de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio y la eficacia de los tratamientos:

3.1. Antes de tratar al paciente se encuentran 8 variables que influyen negativamente en el dolor función y alineación del paciente: actividad, alteraciones, ángulo intermetatarsal, ángulo del HV, HAV, inestabilidad articular, e insuficiencia de primer radio congénita e iatrogénica.

3.2. A los 3 meses del estudio se encuentran 3 variables predictivas: actividad, inestabilidad articular y cirugía previa, que influyen en el no funcionamiento de los soportes plantares, y a los 6 meses de estudio se encuentran 2 variables predictivas: actividad y cirugía previa, que influyen en el no funcionamiento de los soportes plantares y la infiltración

con corticoides, por lo que es muy importante tener en cuenta estos parámetros.

4. De la significación de la variable predictiva cirugía previa se desprende que el 63,64 % de los pacientes que hayan sido intervenidos previamente donde no hayan funcionado los soportes plantares ni la infiltración, van a ser intervenidos nuevamente, probablemente debido a un abordaje quirúrgico insuficiente en la primera intervención.

5. Los instrumentos de medición han demostrado ser eficaces para realizar el diagnóstico de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio: anamnesis y hoja de recogida de datos, la realización de una radiografía simple, exploración física y baropodométrica exhaustiva buscando los factores biomecánicos relacionados y la escala AOFAS para cuantificar el dolor, función y alineación.

6. Para tratar la patología de la metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio, los facultativos deberían centrarse en los tres tratamientos: soportes plantares, infiltración o cirugía con osteotomía de Weil por orden cronológico y de conservador a quirúrgico, y en examinar teniendo en cuenta las variables significativas antes de tratar a los pacientes, y después de cada uno de los tratamientos.

9.2. CUMPLIMIENTO DE LAS HIPÓTESIS

- Se demuestra la primera hipótesis al conseguir el 90% de éxito en el protocolo de tratamiento efectuado. Por los resultados obtenidos con la suma de los tres tratamientos, es posible elaborar un protocolo de actuación.
- Se ha cumplido la segunda hipótesis ya que se han encontrado distintos factores etiológicos y variables que influyen en la mejora de los pacientes y en la eficacia

de los tratamientos, antes de tratar a los pacientes y después de cada uno de los tratamientos.

- Se ha cumplido la primera hipótesis secundaria ya que se han resuelto el 81,55% de los casos con soportes plantares.
- Se ha cumplido la segunda hipótesis secundaria ya que, en los 11 pacientes donde no funcionaron los tratamientos conservadores (10,67%), la cirugía consiguió mejorar la puntuación de AOFAS de los pacientes, 89'1 puntos, siendo la única vía para corregir la patología .
- No se ha cumplido la tercera hipótesis secundaria. Sí influenció la variable “presencia de hallux valgus” en los pacientes, antes de ser tratados y a los 3 meses, en la eficacia de los soportes plantares, pero no influenció a los 6 meses en la eficacia de la infiltración con corticoides.

9.3. LIMITACIONES

El estudio presenta distintas limitaciones a tener en cuenta en el momento de interpretar los resultados. En primer lugar, se dispuso de un bajo número de pacientes. El número total de pacientes fue 103 y el número de pacientes con cada uno de los tratamientos, a consecuencia, fue escaso. Se contó con 84 pacientes tratados con plantillas donde se pueden obtener y comparar más datos, pero solo 19 pacientes fueron infiltrados y únicamente 11 pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente. El hecho de disponer de un número bajo de pacientes influye en la significación de las variables a lo largo del estudio.

Otra limitación achacable al presente estudio fue el solamente tener un seguimiento del paciente en un año desde el inicio del primer tratamiento y, por tanto, solamente 6 meses en los pacientes que han sido intervenidos quirúrgicamente.

En último lugar, aunque se ha estudiado un número considerable de variables, se cree que indagando en otras variables no estudiadas, se podría conseguir más significación y la respuesta de porqué funcionan o no los tratamientos.

Los resultados de la tesis confirman que el protocolo de tratamiento usado es adecuado para la metatarsalgia de primer radio. Por este motivo, y teniendo en cuenta las limitaciones presentadas, los próximos estudios deberían continuar indagando en esta línea contando con un número mayor de pacientes, ampliando el tiempo de seguimiento de los mismos y estudiando otras variables que puedan influir en la eficacia del protocolo.

.

10. REFERENCIAS

1. Del Vecchio J, Tito Amor R, Alcacer M. Metatarsalgias. En: *Ortopedia*. Vol 1.; 2009:2-30.
2. Meisenbach RO. Painful anterior arch of the foot, and operation for its relief by means of raising de arch. *J Bone Jt Surgery*. 1916;2(4):206-211.
3. McGlamry E, Kitting R, Butlin W. Prominent lesser metatarsal heads: some surgical considerations. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1969;59(8):303-307. doi:10.7547/87507315-59-8-303
4. Trnka H-J, 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):72-79. doi:10.1177/107110079902000202
5. Barouk LS. Die Metatarsalosteotomie nach Weil zur Behandlung der Metatarsalgie. *Orthopade*. 1996;25(4):338-344. doi:10.1007/s001320050034
6. Dockery GL. Evaluation and treatment of metatarsalgia and keratic disorders. En: M.S. Myerson (Ed.), ed. *Foot and ankle disorders*. Philadelphia: Saunders Company; 2000:359-377.
7. Viladot A. The metatarsals. En: WB Saunders Co, ed. *Disorders of the Foot*. Jahss MH. Philadelphia; 1982:659-710.
8. Besse JL. Metatarsalgia. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017;103(1):S29-S39. doi:10.1016/j.otsr.2016.06.020
9. Espinosa N, Brodsky JW, Maceira E. Metatarsalgia. *JAAOS - J Am Acad Orthop Surg*. 2010;18(8):474-485.
10. Arie EK, Moreira NSA, Freire GS, et al. Study of the metatarsal formula in patient with primary metatarsalgia. *Rev Bras Ortop (English Ed)*. 2015;50(4):438-444. doi:10.1016/j.rboe.2015.06.018
11. Valmassy R. *Clinical Biomechanics of the Lower Extremities*. St. Louis: Mosby Inc.; 1996.
12. Ko PH, Hsiao TY, Kang JH, Wang TG, Shau YW, Wang CL. Relationship Between Plantar Pressure and Soft Tissue Strain under Metatarsal Heads with Different Heel Heights. *Foot Ankle Int*. 2009;30(11):1111-1116. doi:10.3113/FAI.2009.1111
13. Campillo Ibáñez MA, Zabala Ferrer S. Las metatarsalgias. *Rev española Reumatol*. 2003;30(09):467-538. <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-reumatologia-29-articulo-las-metatarsalgias-13055076>.
14. Pascual Huerta J. The Effect of the Gastrocnemius on the Plantar Fascia. *Foot Ankle Clin*. 2014;19(4):701-718. doi:10.1016/j.fcl.2014.08.011
15. Barouk L, Barouk P. Gastrocnemios cortos. *Rev del pie y tobillo*. 2012;26(2):7-13.

16. Pascual Huerta J, Arcas Lorente C, García Carmona FJ. The Weil osteotomy: A comprehensive review. *Rev Española Podol.* 2017;28(2):e38-e51. doi:10.1016/j.repod.2017.10.003
17. McGlamry ED, Banks AS. Understanding diabetic and diabetic Charcot foot reconstruction. En: *Reconstructive surgery of the foot and leg*. Tucker, GA: Podiatry Institute Publishing Co.; 1991:146-161.
18. Slullitel G, López V, Calvi JP, Seletti M, Bartolucci C, Pinton G. Effect of first ray insufficiency and metatarsal index on metatarsalgia in hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 2016;37(3):300-306. doi:10.1177/1071100715615323
19. Yakel J. Etiopatología de metatarsalgia. En: *Podiatry today*. Vol 25. ; 2012:74.
20. Viladot Pericé A. Síndrome de insuficiencia del primer radio. En: Masson, ed. *Biomecánica, medicina y cirugía del pie*. Barcelona: Masson; 1997:217-225.
21. Viladot-Voegeli, A., Viladot-Pericé, A. Núñez-Samper Pizarroso M L-A. Síndrome de insuficiencia del primer radio. En: Masson, ed. *Biomecánica, medicina y cirugía del pie*. 2.ª ed. Barcelona; 2006:235-248.
22. Christensen JC, Jennings MM. Normal and Abnormal Function of the First Ray. *Clin Podiatr Med Surg.* 2009;26(3):355-371. doi:10.1016/j.cpm.2009.03.004
23. Gregg JM, Schneider T, Marks P. MR Imaging and Ultrasound of Metatarsalgia—The Lesser Metatarsals. *Radiol Clin North Am.* 2008;46(6):1061-1078. doi:10.1016/j.rcl.2008.09.004
24. Meyer J. Congenital insufficiency of the distal support function of the first ray of the foot. *Ther Umsch.* 1991;48(12):812-816.
25. Bingham R. Painful Feet: Congenital Insufficiency of the First Metatarsal Segment as a Cause Among Soldiers Recently Inducted into the Army. *J Am Med Assoc.* 1944;124(5):283-286. doi:10.1001/jama.1944.02850050015005
26. Wong DW-C, Zhang M, Yu J, Leung AK-L. Biomechanics of first ray hypermobility: An investigation on joint force during walking using finite element analysis. *Med Eng Phys.* 2014;36(11):1388-1393. doi:10.1016/j.medengphy.2014.03.004
27. Mizel MS. The Role of the Plantar First Metatarsal First Cuneiform Ligament in Weightbearing on the First Metatarsal. *Foot Ankle.* 1993;14(2):82-84. doi:10.1177/107110079301400205
28. Toullec E. Adult flatfoot. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2015;101(1):S11-S17. doi:10.1016/j.otsr.2014.07.030
29. Yarmel D, Mote G, Treaster A. The Cotton Osteotomy: A Technical Guide. *J Foot Ankle Surg.* 2009;48(4):506-512. doi:10.1053/j.jfas.2009.04.003
30. McCormick JJ, Johnson JE. Medial Column Procedures in the Correction of Adult

- Acquired Flatfoot Deformity. *Foot Ankle Clin.* 2012;17(2):283-298. doi:10.1016/j.fcl.2012.03.003
31. Crevoisier X, Assal M, Stanekova K. Hallux valgus, ankle osteoarthritis and adult acquired flatfoot deformity: a review of three common foot and ankle pathologies and their treatments. *EFORT Open Rev.* 2016;1(3):58-64. doi:10.1302/2058-5241.1.000015
 32. Barouk P. Recurrent metatarsalgia. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(3):407-424. doi:10.1016/j.fcl.2014.06.005
 33. Coughlin MJ. Hallux Valgus in Men: Effect of the Distal Metatarsal Articular Angle on Hallux Valgus Correction. *Foot Ankle Int.* 1997;18(8):463-470. doi:10.1177/107110079701800802
 34. Maceira E, Monteagudo M. Transfer Metatarsalgia Post Hallux Valgus Surgery. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(2):285-307. doi:10.1016/j.fcl.2014.03.001
 35. Brodsky JW, Beischer AD, Robinson AHN, Westra S, Negrine JP, Shabat S. Surgery for Hallux Valgus with Proximal Crescentic Osteotomy Causes Variable Postoperative Pressure Patterns. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;443(:):280-286. doi:10.1097/01.blo.0000191269.50033.ec
 36. Kilmartin TE. Revision of failed foot surgery: A critical analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2002;41(5):309-315. doi:10.1016/S1067-2516(02)80049-7
 37. 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):142-149. doi:10.3113/FAI.2008.0142
 38. Van Vo H, Safiedine AM, Short T, Merrill T. A comparison of 4 common methods of hand-measured techniques with a computerized technique to measure the first intermetatarsal angle. *J Foot Ankle Surg.* 2004;43(6):395-399. doi:10.1053/j.jfas.2004.09.005
 39. Burns J, Crosbie J, Hunt A, Ouvrier R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clin Biomech.* 2005;20(9):877-882. doi:10.1016/j.clinbiomech.2005.03.006
 40. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clin Biomech.* 2006;21(1):89-98. doi:10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002
 41. Maestro M, Kowalski C, Ferre B, Bonnel F. Músculos gastrocnemios cortos. *EMC - Podol.* 2013;15(4):1-17. doi:10.1016/S1762-827X(13)64677-5
 42. Klein EE, Weil L, Weil LS, Coughlin MJ, Knight J. Clinical Examination of Plantar Plate Abnormality. *Foot Ankle Int.* 2013;34(6):800-804. doi:10.1177/1071100712471825
 43. Waldrop NE, Zirker CA, Wijdicks CA, LaPrade RF, Clanton TO. Radiographic

- Evaluation of Plantar Plate Injury. *Foot Ankle Int.* 2013;34(3):403-408. doi:10.1177/1071100712464953
44. Sung W, Weil L, Weil LS, Rolfes RJ. Diagnosis of Plantar Plate Injury by Magnetic Resonance Imaging with Reference to Intraoperative Findings. *J Foot Ankle Surg.* 2012;51(5):570-574. doi:10.1053/j.jfas.2012.05.009
 45. Doty JF, Coughlin MJ. Metatarsophalangeal Joint Instability of the Lesser Toes and Plantar Plate Deficiency. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014;22(4):235-245. doi:10.5435/JAAOS-22-04-235
 46. Diligent J, Diebold P-F. Metatarsalgias estáticas. *EMC - Podol.* 2014;16(1):1-13. doi:10.1016/S1762-827X(14)66674-8
 47. Hsu CC, Tsai WC, Shau YW, Lee KL, Hu CF. Altered energy dissipation ratio of the plantar soft tissues under the metatarsal heads in patients with type 2 diabetes mellitus: A pilot study. *Clin Biomech.* 2007;22(1):67-73. doi:10.1016/j.clinbiomech.2006.06.009
 48. Roane BM, Manders DB, Lea JS, Miller DS. The impact of body mass index on surgical outcomes of total laparoscopic radical hysterectomy. *Gynecol Oncol.* 2016;141:94. doi:10.1016/j.ygyno.2016.04.260
 49. Dufour AB, Losina E, Menz HB, LaValley MP, Hannan MT. Obesity, foot pain and foot disorders in older men and women. *Obes Res Clin Pract.* 2017;11(4):445-453. doi:10.1016/j.orcp.2016.11.001
 50. Butterworth PA, Landorf KB, Smith SE, Menz HB. The association between body mass index and musculoskeletal foot disorders: a systematic review. *Obes Rev.* 2012;13(7):630-642. doi:10.1111/j.1467-789X.2012.00996.x
 51. Mann RA. Metatarsalgia. Common causes and conservative treatment. *Postgrad Med.* 1984;75(5):150-167. doi:10.1080/00325481.1984.11697998
 52. Maffi S. Metatarsalgia, Calluses, and Callosities of the Feet. En: *Dermatology in Public Health Environments.* Cham: Springer International Publishing; 2018:1451-1468. doi:10.1007/978-3-319-33919-1_70
 53. Besse J. L. Treatment of metatarsalgia. *Eur Instr Lect 13th EFORT Congr.* 2012:223-237.
 54. Kirtley C. *Clinical gait analysis/theory and practice.* (Elsevier, ed.). Oxford: Elsevier Health Sciences; 2006.
 55. Abdul Razak AH, Zayegh A, Begg RK, Wahab Y. Foot Plantar Pressure Measurement System: A Review. *Sensors.* 2012;12(7):9884-9912. doi:10.3390/s120709884
 56. Mulier T, Dereymaeker G, Fabry G. Jones Transfer to the Lesser Rays in Metatarsalgia: Technique and Long-Term Follow-Up. *Foot Ankle Int.* 1994;15(10):523-530. doi:10.1177/107110079401501001

57. Munuera P. *El primer radio. Biomecánica y Ortopodología*. Santander: Exa Editores, S.L.; 2009.
58. Doxey GE. Management of Metatarsalgia With Foot Orthotics. *J Orthop Sport Phys Ther*. 1985;6(6):324-333. doi:10.2519/jospt.1985.6.6.324
59. Postema K, Burm PET, v. d. Zande ME, Limbeek J v. Primary metatarsalgia: The influence of a custom moulded insole and a rockerbar on plantar pressure. *Prosthet Orthot Int*. 1998;22(1):35-44. doi:https://doi.org/10.3109/03093649809164455
60. Chang AH, Abu-Faraj ZU, Harris GF, Nery J, Shereff MJ. Multistep Measurement of Plantar Pressure Alterations Using Metatarsal Pads. *Foot Ankle Int*. 1994;15(12):654-660. doi:10.1177/107110079401501205
61. Pawelka S, Kopf A, Zwick EB, Bhm T, Kranzl A. Comparison of two insole materials using subjective parameters and pedobarography (pedar-system). *Clin Biomech*. 1997;12(3):S6-S7. doi:10.1016/S0268-0033(97)88314-3
62. Holmes GB, Timmerman L. A Quantitative Assessment of the Effect of Metatarsal Pads on Plantar Pressures. *Foot Ankle*. 1990;11(3):141-145. doi:10.1177/107110079001100304
63. Burns J, Crosbie J, Ouvrier R, Hunt A. Effective Orthotic Therapy for the Painful Cavus Foot. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2006;96(3):205-211. doi:10.7547/0960205
64. Kang JH, Chen M Der, Chen SC, Hsi WL. Correlations between subjective treatment responses and plantar pressure parameters of metatarsal pad treatment in metatarsalgia patients: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;5(1):95. doi:10.1186/1471-2474-7-95
65. Cracchiolo A. Office Practice: Footwear and Orthotic Therapy. *Foot Ankle*. 1982;2(4):242-248. doi:10.1177/107110078200200412
66. Subotnick SI. Foot Orthoses: An Update. *Phys Sportsmed*. 1983;11(8):103-109. doi:10.1080/00913847.1983.11708607
67. Sánchez Permante O. Pie degenerativo: clínica y tratamiento médico. En: *Monografías médico-quirúrgicas del aparato locomotor*. Barcelona: Masson; 1997:49-60.
68. Muñoz D. Tratamiento fisioterápico en complicaciones postquirúrgicas en el pie. *REDUCA (Enfermería, Fisioter y Podol)*. 2012;4(4):54-69.
69. Acerboni Flores F, Marcano-Fernández FA, González Vargas JA. Causas poco frecuentes de dolor en antepié: a propósito de 4 casos. *Rev del Pie y Tobillo*. 2017;31(1):40-46. doi:10.24129/j.rpt.3101.fs1607016
70. Dhinsa BS, Bowman N, Morar Y, et al. The Use of Collagen Injections in the Treatment of Metatarsalgia: A Case Report. *J Foot Ankle Surg*. 2010;49(6):565.e5-565.e7. doi:10.1053/j.jfas.2010.07.013

71. Redfern D. Treatment of Metatarsalgia with Distal Osteotomies. *Foot Ankle Clin.* 2018;23(1). doi:10.1016/j.fcl.2017.09.004
72. Roukis TS. Central Metatarsal Head-Neck Osteotomies: Indications and Operative Techniques. *Clin Podiatr Med Surg.* 2005;22(2):197-222. doi:10.1016/j.cpm.2004.10.003
73. Prado MD, Ripoll PL, Golano P. *Cirugía percutánea del pie: técnicas quirúrgicas, indicaciones e bases anatómicas.* Barcelona: Masson; 2003.
74. Haque S, Kakwani R, Chadwick C, Davies MB, Blundell CM. Outcome of Minimally Invasive Distal Metatarsal Metaphyseal Osteotomy (DMMO) for Lesser Toe Metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2016;37(1):58-63. doi:10.1177/1071100715598601
75. Dhukaram V, Chapman AP, Upadhyay PK. Minimally Invasive Forefoot Surgery: A Cadaveric Study. *Foot Ankle Int.* 2012;33(12):1139-1144. doi:10.3113/FAI.2012.1139
76. 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):S57-S65. doi:10.1016/j.otsr.2011.07.003
77. 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.* 2016;24(3):350-353. doi:10.1177/1602400315
78. García-Fernández D, Gil-Garay E, Lora-Pablos D, De-la-Cruz-Bértolo J, Llanos-Alcázar LF. Comparative study of the Weil osteotomy with and without fixation. *Foot Ankle Surg.* 2011;17(3):103-107. doi:10.1016/j.fas.2010.02.001
79. Jex CT, Wan CJ, Rundell S, Haut RC, MacDonald B, Wertheimer SJ. Analysis of Three Types of Fixation of the Weil Osteotomy. *J Foot Ankle Surg.* 2006;45(1):13-19. doi:10.1053/j.jfas.2005.10.007
80. Trnka HJ, Kabon B, Zettl R, Kaider A, Salzer M, Ritschl P. Helal metatarsal osteotomy for the treatment of metatarsalgia: a critical analysis of results. *Orthopedics.* 1996;19(5):457-461. doi:https://doi.org/10.3928/0147-7447-19960501-17
81. Barouk LS, Rippstein P, Toullec E. New proximal oblique metatarsal osteotomy for the treatment of pes cavus (BRT osteotomy). *Orthop Proc.* 2002;84-B(SUPP_I):32-33. https://online.boneandjoint.org.uk/doi/abs/10.1302/0301-620X.84BSUPP_I.0840032d.
82. McGlamry ED, Martin DE. Pan metatarsal head resection. En: *McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot & Ankle Surgery.* 1st editio. Baltimore: Williams and Wilkins; 1989:287-299.
83. Zirm RJ. Indications and Technique of the Weil Osteotomy. *McGlamry's Compr Textb Foot Ankle Surg.* 2008:9-12.
84. Weil L, Sung W, Weil LS, Malinoski K. Anatomic Plantar Plate Repair Using the Weil

- Metatarsal Osteotomy Approach. *Foot Ankle Spec.* 2011;4(3):145-150. doi:10.1177/1938640010397342
85. Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. Gastrocnemius Recession to Treat Isolated Foot Pain. *Foot Ankle Int.* 2010;31(1):19-23. doi:10.3113/FAI.2010.0019
 86. Farber DC, DeOrio JK, Steel MW. Goniometric Versus Computerized Angle Measurement in Assessing Hallux Valgus. *Foot Ankle Int.* 2005;26(3):234-238. doi:10.1177/107110070502600309
 87. Deheer PA. Is The Weil Osteotomy Overused By DPMs? *Pod Today.* 2010;23(6):56-62. <https://www.podiatrytoday.com/is-the-weil-osteotomy-overused-by-dpms?mobify=0>.
 88. Highlander P, VonHerbulis E, Gonzalez A, Britt J, Buchman J. Complications of the Weil Osteotomy. *Foot Ankle Spec.* 2011;4(3):165-170. doi:10.1177/1938640011402822
 89. Miguez A, Slullitel G, Bilbao F, Carrasco M, Solari G. Floating-Toe Deformity as a Complication of the Weil Osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2004;25(9):609-613. doi:10.1177/107110070402500902
 90. Jimenez A, Fishco W. Lesser ray deformities. En: *McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot & Ankle Surgery.* 3rd editio. Baltimore: Williams and Wilkins; 2001:322-353.
 91. Tamir E, Finestone AS, Avisar E, Agar G. Mini-Invasive floating metatarsal osteotomy for resistant or recurrent neuropathic plantar metatarsal head ulcers. *J Orthop Surg Res.* 2016;11(1):78. doi:10.1186/s13018-016-0414-x
 92. Barouk LS. *Forefoot Reconstruction.* 2nd ed. Paris: Springer Paris; 2003. doi:10.1007/978-2-8178-0780-5
 93. Kennedy JG, Deland JT. Resolution of Metatarsalgia following Oblique Osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;453:309-313. doi:10.1097/01.blo.0000229354.96996.3e
 94. Mann RA, Chou LB. Surgical Management for Intractable Metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 1995;16(6):322-327. doi:10.1177/107110079501600602
 95. O'Kane C, Kilmartin TE. The Surgical Management of Central Metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2002;23(5):415-419. doi:10.1177/107110070202300508
 96. Nery C, Coughlin MJ, Baumfeld D, Raduan FC, Mann TS, Catena F. Prospective Evaluation of Protocol for Surgical Treatment of Lesser MTP Joint Plantar Plate Tears. *Foot Ankle Int.* 2014;35(9):876-885. doi:10.1177/1071100714539659
 97. 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(5):370-374. doi:10.1177/107110070002100502

98. Zirm RJ. The Weil Lesser Metatarsal osteotomy. En: *McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot & Ankle Surgery*. 4th editio. Baltimore: Williams and Wilkins; 2010:224.
99. Trnka H-J, Gebhard C, Mühlbauer 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(2):190-194. doi:10.1080/000164702753671795
100. Mifsut Miedes D, Franco Peris E, Turowicz M, Subías López A, Cutillas Ybarra B. Osteotomía de Weil percutánea en el tratamiento de las metatarsalgias: correlación clínico-radiológica. *Rev española cirugía Osteoartic*. 2009;44(237):30-35. <http://hdl.handle.net/10550/40727>.
101. Pascual R, García J, López P. Índice postura pie (Foot posture index). Fácil cuantificación de la postura del pie en estática. Guía de usuario y manual. 2005:1-19.
102. Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res*. 2012;5(1):1. doi:10.1186/1757-1146-5-1
103. Ford LA, Collins KB, Christensen JC. Stabilization of the subluxed second metatarsophalangeal joint: Flexor tendon transfer versus primary repair of the plantar plate. *J Foot Ankle Surg*. 1998;37(3):217-222. doi:10.1016/S1067-2516(98)80114-2
104. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. Centro de información online de medicamentos de la AEMPS - CIMA. <https://www.aemps.gob.es/>. Published 2019.
105. Downey MS, McGlamry MC, Spizzirri SA. Transverse plane digital deformities. En: T. Southerland (Ed.), ed. *Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery*. 4th editio. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2013:202-223.
106. Team RC. A Language and Environment for Statistical Computing. 2017. <http://www.r-project.org>.
107. Federer AE, Tainter DM, Adams SB, Schweitzer KM. Conservative Management of Metatarsalgia and Lesser Toe Deformities. *Foot Ankle Clin*. 2018;23(1):9-20. doi:10.1016/j.fcl.2017.09.003
108. SooHoo NF, Shuler M, Fleming LL. Evaluation of the Validity of the AOFAS Clinical Rating Systems by Correlation to the SF-36. *Foot Ankle Int*. 2003;24(1):50-55. doi:10.1177/107110070302400108
109. Lorca Navarro O. Influencia de la extensión de Morton en las presiones del antepié. 2016. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/102421>.
110. Williams B. Can Orthotics Address THE Faulty Biomechanics Of Metatarsalgia? *Pod Today*. 2005;18(6):28-32.

111. 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(5):370-374. doi:10.1177/107110070002100502
112. Gary L.DockeryDPM1. The treatment of intermetatarsal neuromas with 4% alcohol sclerosing injections Author links open overlay panel. *J Foot Ankle Surg.* 1999;38(6):403-408.
113. Mann RA. *Biomechanics*. 1.^a ed. (JahssMH(ed), ed.). Philadelphia: WB Saunders Co; 1982.
114. Kotwick JE. Biomechanics of the foot and ankle. *Clin Sport Med.* 1982;1(1):19-34.
115. Chapelle C. Intra-articular injections. *Rev Med Brux.* 2015;36(4):281-287.
116. Hähni M, Hirschmüller A, Baur H. The effect of foot orthoses with forefoot cushioning or metatarsal pad on forefoot peak plantar pressure in running. *J Foot Ankle Res.* 2016;9(1). doi:10.1186/s13047-016-0176-z

11. ANEXOS

11.1. ANEXO 1. ESCALA AOFAS DEL DOLOR, FUNCIÓN Y ALINEACIÓN



AOFAS Hallux Metatarsophalangeal-Interphalangeal Scale

Patient Name: _____
 Patient MRN: _____
 Date: _____

I. Pain (40 points)

<input type="checkbox"/> None	+40
<input type="checkbox"/> Mild, occasional	+30
<input type="checkbox"/> Moderate, daily	+20
<input type="checkbox"/> Severe, almost always present	+0

II. Function (45 points)

Activity limitations

<input type="checkbox"/> No limitations	+10
<input type="checkbox"/> No limitation of daily activities, such as employment responsibilities, limitation of recreational activities	+7
<input type="checkbox"/> Limited daily and recreational activities	+4
<input type="checkbox"/> Severe limitation of daily and recreational activities	+0

Footwear requirements

<input type="checkbox"/> Fashionable, conventional shoes, no insert required	+10
<input type="checkbox"/> Comfort footwear, shoe insert	+5
<input type="checkbox"/> Modified shoes or brace	+0

MTP joint motion (dorsiflexion plus plantarflexion)

<input type="checkbox"/> Normal or mild restriction (75° or more)	+10
<input type="checkbox"/> Moderate restriction (30° - 74°)	+5
<input type="checkbox"/> Severe restriction (less than 30°)	+0

IP joint motion (plantarflexion)

<input type="checkbox"/> No restriction	+5
<input type="checkbox"/> Severe restriction (less than 10°)	+0

MTP-IP stability (all directions)

<input type="checkbox"/> Stable	+5
<input type="checkbox"/> Definitely unstable or able to dislocate	+0

Callus related to hallux MTP-IP

<input type="checkbox"/> No callus or asymptomatic callus	+5
<input type="checkbox"/> Callus, symptomatic	+0

III. Alignment (15 points)

<input type="checkbox"/> Good, hallux well aligned	+15
<input type="checkbox"/> Fair, some degree of hallux malalignment observed, no symptoms	+8
<input type="checkbox"/> Poor, obvious symptomatic malalignment	+0

IV. Total Score (100 points):

_____ Pain Points +

_____ Function Points +

_____ Alignment Points =

_____ Total Points/100 points

© American Orthopaedic Foot and Ankle Society, Inc. The tools listed on this website do not substitute for the informed opinion of a licensed physician or other health care provider. All scores should be re-checked. Please see our full Terms of Use.

11.2. ANEXO 2. HOJA DE RECOGIDA DE DATOS DEL PACIENTE

Hc. inclusión como paciente en la tesis doctoral

Fecha:

Código:

Edad:

Peso:

Actividad física: si/no

Alteraciones sistémicas de interés:

Morfología y tipo de pie (FPI):

Intervenciones quirúrgicas del pie previas:

Metatarsalgia y etiología:

Tratamiento conservador/plantillas: si/no

Control del primer mes más escala Aofas

- Control de los 3 meses más escala Aofas si todavía persiste dolor recomendar infiltración
- Control de los 6 meses más escala Aofas
- Control del primer año más escala Aofas

Tratamiento con infiltraciones:

- Control a la primera semana escala Aofas
- Control a los 15 días escala Aofas
- Control a los 3 meses de la infiltración escala Aofas, sino recomendar cirugía

Tratamiento quirúrgico: si/no

- Cirugía:
- Revisión semanal durante el primer mes y medio escala Aofas y radiografía
- Revisión a los 3 meses escala Aofas
- Revisión a los 6 meses escala Aofas y radiografía

11.3. ANEXO 3. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTRAR EN EL ESTUDIO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTRAR EN EL ESTUDIO DE:

Título: Evaluación prospectiva de un protocolo actuación para la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio: Resultados de tratamiento conservador y quirúrgico

Investigador: Borja Cerdà Dalmau

Fecha:

Se le invita a participar en un estudio de investigación dirigido por el equipo del Sr. Borja Cerdà Dalmau.

La decisión de participar en este estudio de investigación depende de usted. Su participación es completamente voluntaria. Su decisión no afectará a su relación con su especialista ni a la atención que esté recibiendo o reciba en el futuro.

Usted ha estado diagnosticado de una metatarsalgia por insuficiencia de primer radio. El procedimiento habitual es realizar un estudio biomecánico, evaluando las presiones plantares y el dolor, función y alineación al inicio y después de cada tratamiento.

Tal como se le ha informado en los documentos asistenciales que ha firmado, el tratamiento inicial serán soportes plantares personalizados con barra metatarsal.

Se le programará una visita a los 3 meses; según la efectividad, se le prescribirá una infiltración con corticoides.

A los 6 meses se le citará de nuevo para valorar el proceso, y en caso de fracaso de los dos procedimientos anteriores, se realizará una intervención quirúrgica.

Al cabo de un año se realizará una última visita de seguimiento para observar qué variables han podido influir en la patología.

El estudio consiste en recoger algunos datos de su proceso asistencial. Estos datos son esencialmente algunas características sociodemográficas básicas e información sobre la evolución de la metatarsalgia.

Su participación no le supondrá ningún inconveniente, puesto que es el investigador quien revisará su historia clínica y recogerá sus datos del tratamiento conservador y/o quirúrgico, sin que usted tenga que hacer nada más.

Reconozco que he tenido la oportunidad de discutir con el investigador/doctorando las actuaciones pertinentes, su finalidad, las alternativas, los posibles riesgos y complicaciones así como las posibles consecuencias si no se llevara a cabo. También reconozco que se me ha facilitado la información por escrito sobre las recomendaciones e indicaciones pertinentes, que la participación en el estudio comportará acudir a las visitas para las revisiones del tratamiento y en el caso de tener que recibir infiltración o ser intervenido quirúrgicamente, tendré que firmar otro consentimiento informado.

Sé que la firma de este consentimiento no supone ningún tipo de renuncia a posibles reclamaciones futuras. Sé también que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

Se garantiza que los datos personales estarán codificados para asegurar la confidencialidad y cumplimiento de la normativa de protección de datos, Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

Confirmando lo siguiente:

- He leído la hoja de información del sujeto que se me ha proporcionado acerca del estudio.
- He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre el estudio.
- He recibido suficiente información sobre el estudio.
- He hablado con el investigador del estudio.
- Entiendo que mi participación es voluntaria.
- Entiendo que puedo retirarme del estudio:
 - En cualquier momento.
 - Sin tener que dar ninguna explicación.
 - Sin que esto repercuta en mis cuidados posteriores.

Recibiré una copia firmada y fechada de este documento de consentimiento informado.

Acepto voluntariamente participar en el estudio.

Investigador / Doctorando:

Paciente:

Fecha:

D.N.I:

Firma:

Fecha:

Evaluación prospectiva de un protocolo actuación para la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio: Resultados de tratamiento conservador y quirúrgico

Código:

Fecha de nacimiento:

Fecha:

Con este documento reconozco que he sido informado y doy el consentimiento al Doctorando Borja Cerdá Dalmau y a quien designio como miembros de su equipo de tesis, para incluirme en el estudio: Patología metatarsal por insuficiencia de primer radio: estudio etiológico, protocolo de guía de actuación, tratamiento conservador y/o quirúrgico. Habiendo sido informado previamente del objetivo principal del estudio de plantear un protocolo de actuación y de tratamiento para la metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio, elaborando una base de datos con todos los datos recogidos, con el fin de desarrollar un estudio de casos prospectivos.

De todo el que comporta y cumpliendo los requisitos éticos siendo conocedor de los tratamientos que tengo que recibir.

Reconozco que he tenido la oportunidad de discutir con el Doctorando las actuaciones pertinentes, su finalidad, las alternativas, los posibles riesgos y complicaciones así como las posibles consecuencias si no se llevara a cabo.

También reconozco que se me ha facilitado la información por escrito sobre las recomendaciones e indicaciones pertinentes, que la participación en el estudio comportará acudir a las visitas para las revisiones del tratamiento y en el caso de tener recibir infiltración o ser intervenido quirúrgicamente, tendré que firmar otro consentimiento informado.

Sé que la firma de este consentimiento no supone ningún tipo de renuncia a posibles reclamaciones futuras. Sé también que puedo desdecirme de la firma de este consentimiento en cualquier momento.

Se garantiza el cumplimiento de la normativa de protección de datos, , Lei Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

Se garantiza que los datos personales estarán codificados para asegurar la confidencialidad .

Doctorando:

Colegiado:

Firma:

Paciente:

D.N.I:

Firma:

11.4. ANEXO 4. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA INFILTRACIÓN

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA INFILTRACIÓN

Código:

Fecha de nacimiento:

Fecha:

Diagnóstico: Metatarsalgia central

Con este documento reconozco que he estado informado y doy el consentimiento al Doctorando Borja Cerdá Dalmau y a quien designio como miembros de su equipo de tesis, para llevar a cabo la infiltración pertinente con Celestone Cronodose (corticoides) y anestesia mepivacaína al 2%, habiendo sido informado previamente de todo el que computa y cumpliendo los requisitos éticos siendo conocedor del/s tratamiento/s que tengo que recibir y de sus efectos adversos (retención de sodio y líquidos, hipertensión, insuficiencia cardíaca congestiva en pacientes predispuestos, edema, cara de luna (síndrome de Cushing), aumento de la susceptibilidad a las infecciones, insomnio, dolor de cabeza, rubor, sensación de calor, vértigo, mareo, nerviosismo, tendencia psicótica, inestabilidad emocional, temblor y/o inquietud convulsiones, pseudo tumor cerebral, debilidad muscular, pérdida de masa muscular, osteoporosis, fracturas vertebrales por compresión, úlcera péptica con posible perforación y hemorragia subsiguiente, distensión

abdominal, retraso en la cicatrización de las heridas, petequias y equimosis, posible supresión de la respuesta a maceta cutánea, supresión del crecimiento en los niños, disminución de la tolerancia a los hidratos de carbono, elevación del azúcar en sangre y manifestación de una diabetes mellitus latente, catarata sub capsular posterior, glaucoma, balance nitrogenado negativo y sensación de quemazón o mal al lugar de la inyección).

Reconozco que he tenido la oportunidad de discutir con el Doctorando las actuaciones pertinentes, su finalidad, las alternativas, los posibles riesgos y complicaciones así como las posibles consecuencias si no se llevara a cabo. También reconozco que se me ha facilitado la información por escrito sobre las recomendaciones e indicaciones pertinentes, y en el caso de tener que ser intervenido quirúrgicamente, si persiste el dolor, tendré que firmar otro consentimiento informado.

Sé que la firma de este consentimiento no supone ningún tipo de renuncia a posibles reclamaciones futuras. Sé también que puedo desdecirme de la firma de este consentimiento en cualquier momento.

Especialista:

Paciente:

Colegiado:

D.N.I:

Firma:

Firma:

11.5. ANEXO 5. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LA METATARSALGIA DE RADIOS MEDIOS

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA CIRUGÍA DE LA PATOLOGÍA DEL ANTEPIÉ

Usted tiene derecho a conocer el procedimiento al que va a ser sometido y las complicaciones más frecuentes que ocurren. Este documento intenta explicarle todas estas cuestiones; léalo atentamente y consulte con su médico todas las dudas que se le planteen.

Le recordamos que, por imperativo legal, tendrá que firmar, usted o su representante legal, familiar o persona vinculada de hecho, el Consentimiento Informado para que podamos realizarle dicho procedimiento/tratamiento.

PACIENTE

Yo,
D./Dña.....
.....de.....años de edad,

(Nombre y dos apellidos del paciente)

Historia Clínica n.o.....DNI
n.o....., con domicilio
en.....
.....

REPRESENTANTE LEGAL, FAMILIAR O PERSONA VINCULADA DE HECHO

Yo, D./Dña.
.....d
e.....años de edad,

(Nombre y dos apellidos del representante legal, familiar o persona vinculada de hecho)

con domicilio
en.....
..... DNI n.o....., en calidad
de.....del paciente.

(Representante legal, familiar o persona vinculada de hecho)

DECLARO

Que el Dr./la
Dra.....
.....

(Nombre y dos apellidos del Dr./Dra.)

N.º de Colegiado.....me ha explicado que es conveniente proceder, en mi situación, a realizar el procedimiento/tratamiento quirúrgico de **CIRUGÍA DE LA PATOLOGÍA DEL ANTEPIÉ**. He leído esta información que me ha entregado y que se reproduce a continuación.

1. PREOPERATORIO Antes de la cirugía será necesario realizarle algunas pruebas diagnósticas, como analítica, radiografías o electrocardiograma. También le indicaremos desde qué hora debe permanecer en ayunas.

2. El propósito principal de la intervención es corregir las deformidades de los dedos del pie y evitar los hiperapoyos metatarsales.

3. La intervención puede precisar anestesia, cuyo tipo y modalidad serán valoradas por el Servicio de Anestesia y Reanimación.

4. La intervención consiste en alinear los dedos del pie, para lo cual puede ser preciso reseca partes óseas, seccionar tendones y unir pequeñas articulaciones de los dedos. También se pueden modificar los metatarsianos mediante resecciones óseas. Puede ser precisa la sujeción temporal de los dedos o los metatarsianos con agujas.

5. Toda intervención quirúrgica, tanto por la propia técnica operatoria como por la situación vital de cada paciente (diabetes, cardiopatía, hipertensión, edad avanzada, anemia, obesidad...), lleva implícitas una serie de complicaciones, comunes y potencialmente serias, que podrían requerir tratamientos complementarios, tanto médicos como quirúrgicos y que, en un mínimo porcentaje de casos, pueden ser causa de muerte.

6. Las complicaciones de la intervención quirúrgica para TRATAMIENTO DE ENFERMEDAD DEL ANTEPIÉ pueden ser:

- a) Infección de la herida quirúrgica.
- b) Pueden lesionarse estructuras vasculonerviosas de los dedos, con lo cual puede producirse una necrosis del dedo y ser precisa una amputación, o quedar una hipoestesia en un área del dedo.
- c) Recurrencia de la deformidad que requiera una nueva intervención.
- d) Si la resección ósea requerida es considerable puede dejar un dedo colgante.
- e) Las agujas de Kirschner pueden romperse, migrar o presentar infecciones en su trayecto.
- f) A veces no se consigue la fusión de la articulación, por lo que si ésta es dolorosa, puede requerirse una reintervención.
- g) Edema postoperatorio en los dedos que puede tardar meses en ceder.



CONSENTIMIENTO INFORMADO de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. SECOT

- h) Problemas de cicatrización cutánea.
- i) Cicatrices dolorosas.
- j) Dolor en otras áreas metatarsales, por transferencia de cargas en intervenciones sobre los metatarsianos.
- k) Pseudartrosis de los metatarsianos que puede requerir una reintervención.
- l) Distrofia simpático-refleja.
- m) Trombosis venosa y tromboflebitis de la extremidad.

7. ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO El tratamiento con analgésicos y antiinflamatorios, calzado adecuado, plantillas de descarga, fundas de silicona o algún dispositivo similar puede servir para mejorar las molestias pero no para corregir la deformidad ni evita una intervención posterior.

He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo y el médico que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas y preguntas que le he planteado respecto a los fines, alternativas, métodos, ventajas, inconvenientes y pronóstico de la misma, así como de los riesgos y complicaciones que por mi situación actual pueden surgir tales como:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Si en el momento del acto quirúrgico surgiera algún imprevisto, el equipo médico podrá variar la técnica quirúrgica programada. Asimismo, he entendido y acepto que durante el procedimiento/tratamiento se podrán realizar fotografías o grabar imágenes que luego se conservarán y se podrán transmitir con fines científicos y/o de docencia y utilizar en sesiones clínicas, juntas facultativas, conferencias, congresos, publicaciones médicas y actos científicos, sin que en las mismas figure identidad alguna del paciente. También comprendo que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el Consentimiento que ahora presto. Por ello, manifiesto que me considero satisfecho/a con la información recibida y que comprendo la indicación y los riesgos de este procedimiento/tratamiento.

Y en tales condiciones, libre y voluntariamente, **DOY MI CONSENTIMIENTO** para que se me realice/realice al paciente el procedimiento/tratamiento quirúrgico de **CIRUGÍA DE LA PATOLOGÍA DEL ANTEPIÉ:**

.....
.....
En....., a
de.....de.....

Fdo. EL REPRESENTANTE LEGAL, Fdo. EL DR./LA DRA. Fdo. EL/LA PACIENTE
FAMILIAR O PERSONA VINCULADA DE HECHO



CONSENTIMIENTO INFORMADO de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y
Traumatología. SECOT

2 de 3

TESTIGO

Yo,
D./Dña.....
.....

(Nombre y dos apellidos del testigo)

con DNI n.o..... declaro bajo mi
responsabilidad que el paciente
D./Dña..... ha
recibido la hoja de información

(Nombre y dos apellidos del paciente)

que le ha entregado el Dr./la
Dra.....
.....

(Nombre y dos apellidos del Dr./Dra.)

Ha comprendido las explicaciones que se le han facilitado en un lenguaje claro y sencillo y el médico que le ha atendido le ha permitido realizar todas las observaciones y le ha aclarado todas las dudas y preguntas que le ha planteado respecto a los fines, alternativas, métodos, ventajas, inconvenientes y pronóstico de la misma, así como de los riesgos y complicaciones que por su situación actual pueden surgir. Si en el momento del acto quirúrgico surgiera algún imprevisto, el equipo médico podrá variar la técnica quirúrgica programada. Asimismo, ha entendido y acepta que durante el procedimiento/tratamiento se podrán realizar fotografías o grabar imágenes que luego se conservarán y se podrán transmitir con fines científicos y/o de docencia y utilizar en sesiones clínicas, juntas facultativas, conferencias, congresos, publicaciones médicas y actos científicos sin que en las mismas figure identidad alguna del paciente. También comprende que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puede revocar el

Consentimiento que ahora presta. Se considera satisfecho/a con la información recibida y comprende la indicación y los riesgos de este procedimiento/tratamiento.

Y en tales condiciones, libre y voluntariamente, **HA DADO SU CONSENTIMIENTO** para que se le realice el procedimiento/tratamiento quirúrgico de **CIRUGÍA DE LA PATOLOGÍA DEL ANTEPIÉ:**

.....
.....
En....., a
de.....de.....

Fdo. EL DR./LA DRA. Fdo. EL/LA TESTIGO
REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,
D./Dña.....
.....
(Nombre y dos apellidos del paciente)

Yo,
D./Dña.....
.....
(Nombre y dos apellidos del representante legal, familiar o persona vinculada de hecho))

Yo,
D./Dña.....
.....
(Nombre y dos apellidos del testigo)

REVOCO el Consentimiento prestado en fecha....., y no deseo proseguir el procedimiento/tratamiento, que doy con esta fecha por finalizado.

En....., a
de.....de.....

Fdo. EL DR./LA DRA. Fdo. EL/LA PACIENTE Fdo. EL REPRESENTANTE LEGAL Fdo. EL/LA TESTIGO FAMILIAR O PERSONA VINCULADA DE HECHO



CONSENTIMIENTO INFORMADO de la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. SECOT

11.6. ANEXO 6. JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA DE LA MUESTRA DE PACIENTES

▪ Justificación de la medida de la muestra de pacientes

Asumiendo una proporción de efectividad de la técnica del 80%, se establece que 70 casos garantizan estimar la proporción poblacional de efectividad con un margen de error (amplitud total del intervalo de confianza) de 20 unidades porcentuales (± 10 unidades porcentuales en la estimación), utilizando un nivel de confianza para el intervalo de estimación del 95% ($\alpha=0.05$). Estos calculos han sido realizados mediante el paquete estadístico PASS versión 11.

Confidence Intervals for One Proportion - New							
Numeric Results for Two-Sided Confidence Intervals for One Proportion							
Confidence Interval Formula: Exact (Clopper-Pearson) Sample							
Confidence Level	Size (N)	Target Width	Actual Width	Proportion (P)	Lower Limit	Upper Limit	Width if P = 0.5
0,950	24784	0,010	0,010	0,800	0,795	0,805	0,012
0,950	6245	0,020	0,020	0,800	0,790	0,810	0,025
0,950	2797	0,030	0,030	0,800	0,785	0,815	0,037
0,950	1585	0,040	0,040	0,800	0,779	0,819	0,050
0,950	1022	0,050	0,050	0,800	0,774	0,824	0,062
0,950	715	0,060	0,060	0,800	0,769	0,829	0,075
0,950	529	0,070	0,070	0,800	0,763	0,833	0,087
0,950	407	0,080	0,080	0,800	0,758	0,838	0,099
0,950	324	0,090	0,090	0,800	0,752	0,842	0,112
0,950	264	0,100	0,100	0,800	0,747	0,847	0,124
0,950	220	0,110	0,110	0,800	0,741	0,851	0,136
0,950	186	0,120	0,120	0,800	0,735	0,855	0,148
0,950	159	0,130	0,130	0,800	0,729	0,859	0,160
0,950	138	0,140	0,140	0,800	0,723	0,863	0,172
0,950	121	0,150	0,150	0,800	0,718	0,867	0,184
0,950	107	0,160	0,159	0,800	0,712	0,871	0,196
0,950	95	0,170	0,170	0,800	0,705	0,875	0,209
0,950	85	0,180	0,180	0,800	0,699	0,879	0,221
0,950	77	0,190	0,189	0,800	0,693	0,883	0,232
0,950	70	0,200	0,199	0,800	0,687	0,886	0,244

References

Fleiss, J. L., Levin, B., Paik, M.C. 2003. Statistical Methods for Rates and Proportions. Third Edition. John Wiley & Sons. New York.

Newcombe, R. G. 1998. 'Two-Sided Confidence Intervals for the Single Proportion: Comparison of Seven Methods.' Statistics in Medicine, 17, pp. 857-872.

Report Definitions

Confidence level is the proportion of confidence intervals (constructed with this same confidence level, sample size, etc.) that would contain the population proportion.

N is the size of the sample drawn from the population.

Width is the distance from the lower limit to the upper limit.

Target Width is the value of the width that is entered into the procedure.

Actual Width is the value of the width that is obtained from the procedure.

Proportion (P) is the assumed sample proportion.

Lower Limit is the lower limit of the confidence interval.

Upper Limit is the upper limit of the confidence interval.

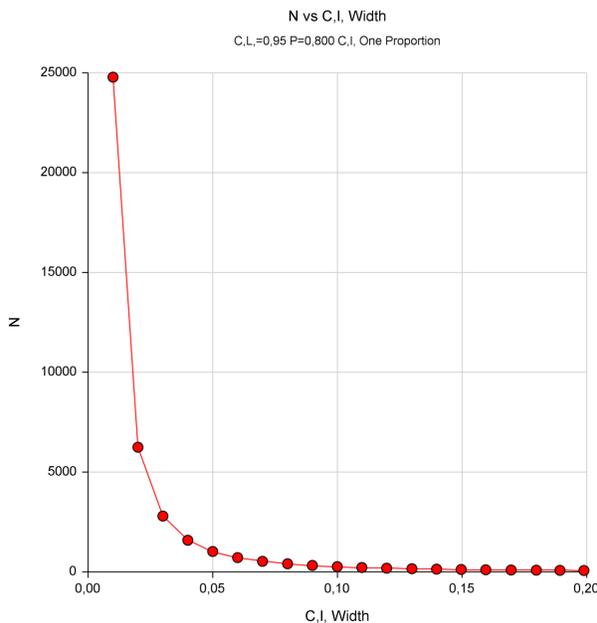
Width if P = 0.5 is the maximum width for a confidence interval with sample size N.

Summary Statements

A sample size of 24784 produces a two-sided 95% confidence interval with a width equal to 0,010 when the sample proportion is 0,800.

17/07/2013 14:35:13

Confidence Intervals for One Proportion – New Chart Section



Confidence Intervals for One Proportion - New Numeric Results for Two-Sided Confidence Intervals for One Proportion Confidence Interval Formula: Exact (Clopper-Pearson)

Confidence	Sample Size	Target	Actual	Proportion	Lower	Upper	Width if
------------	-------------	--------	--------	------------	-------	-------	----------

Level	(N)	Width	Width	(P)	Limit	Limit	P = 0.5
0,950	20		0,379	0,800	0,563	0,943	0,456
0,950	25		0,339	0,800	0,593	0,932	0,409
0,950	30		0,309	0,800	0,614	0,923	0,374
0,950	35		0,285	0,800	0,631	0,916	0,346
0,950	40		0,266	0,800	0,644	0,909	0,324
0,950	45		0,250	0,800	0,654	0,904	0,305
0,950	50		0,237	0,800	0,663	0,900	0,289
0,950	55		0,225	0,800	0,670	0,896	0,276
0,950	60		0,215	0,800	0,677	0,892	0,264
0,950	65		0,207	0,800	0,682	0,889	0,253
0,950	70		0,199	0,800	0,687	0,886	0,244
0,950	75		0,192	0,800	0,692	0,884	0,236
0,950	80		0,186	0,800	0,696	0,881	0,228
0,950	85		0,180	0,800	0,699	0,879	0,221
0,950	90		0,174	0,800	0,702	0,877	0,215
0,950	95		0,170	0,800	0,705	0,875	0,209
0,950	100		0,165	0,800	0,708	0,873	0,203

References

Fleiss, J. L., Levin, B., Paik, M.C. 2003. Statistical Methods for Rates and Proportions. Third Edition. John Wiley & Sons. New York.

Newcombe, R. G. 1998. 'Two-Sided Confidence Intervals for the Single Proportion: Comparison of Seven Methods.' Statistics in Medicine, 17, pp. 857-872.

Report Definitions

Confidence level is the proportion of confidence intervals (constructed with this same confidence level, sample size, etc.) that would contain the population proportion.

N is the size of the sample drawn from the population.

Width is the distance from the lower limit to the upper limit.

Target Width is the value of the width that is entered into the procedure.

Actual Width is the value of the width that is obtained from the procedure.

Proportion (P) is the assumed sample proportion.

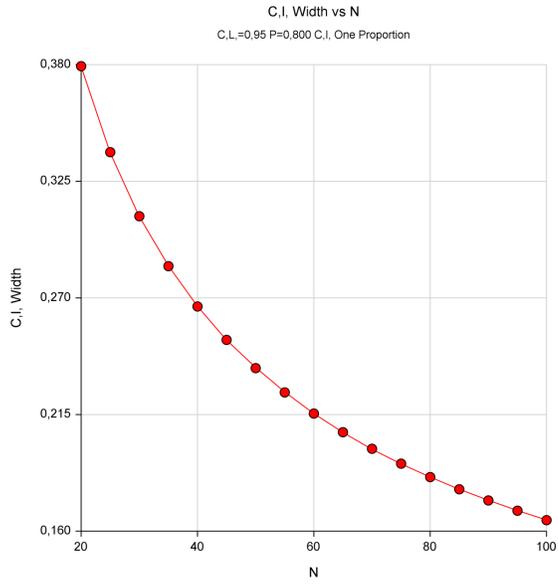
Lower Limit is the lower limit of the confidence interval.

Upper Limit is the upper limit of the confidence interval.

Width if P = 0.5 is the maximum width for a confidence interval with sample size N.

Summary Statements

A sample size of 20 produces a two-sided 95% confidence interval with a width equal to 0,379 when the sample proportion is 0,800.



11.7. ANEXO 7. VERSIÓN POST-PRINT DEL ARTÍCULO ACEPTADO DERIVADO DEL ESTUDIO

Revista Española de Podología

Evaluación prospectiva de un protocolo actuación para la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio: Resultados de tratamiento conservador y quirúrgico

Borja Cerdá,^{1,8} Luke.D. Cicchinelli,² Laura Prats,^{3,7} Josep Conde,^{5,6} Joan Viñas,^{4,7}

1 Práctica privada, Lleida, Cataluña, España.

2 Práctica privada, Vigo, España.

3 Universitat de Lleida y Hospital Arnau de Vilanova, Cataluña España.

4 Universitat de Lleida y Hospital Arnau de Vilanova, Cataluña España.

5, Universitat de Lleida, Cataluña España.

6 Departamento de matemáticas, Universitat de Lleida.

7 IRBL.

8 Departamento de Cirugía , Universitat de Lleida.

Abstract

Introducción: La metatarsalgia por insuficiencia de primer radio es una de las patologías más frecuentes del pie, cuyo protocolo de tratamiento no está bien establecido.

El objetivo de este estudio prospectivo es valorar un protocolo de actuación, y considerar diferentes factores etiológicos que influyen en la patología y los resultados del tratamiento.

Pacientes y método: Se valoraron pacientes diagnosticados de metatarsalgia por insuficiencia del primer radio diagnosticados por radiología simple y estudio biomecánico, evaluando las presiones plantares y el dolor, función y alineación mediante la escala American Orthopedic Foot and Ankle Surgery (AOFAS) al inicio y después de cada tratamiento; aplicando el tratamiento con soportes plantares personalizados con barra metatarsal, a los 3 meses según la efectividad, infiltración con corticoides, evaluando al paciente a los 6 meses y en caso de fracaso de los dos anteriores, se indicó el tratamiento quirúrgico utilizando la osteotomía de Weil. Seguimiento de cada a paciente a un año, observando qué variables pueden influir en la patología.

Resultados: La muestra final fue de 56 pacientes: 46 permanecieron asintomáticos mediante soportes plantares, 10 precisaron soportes plantares e infiltración con corticoides, de los cuales 4 dejaron de tener dolor y 6 al ser inefectivos los anteriores tratamientos, fueron sometidos a la cirugía.

Discusión: Tres variables fueron significativas asociadas a la metatarsalgia antes de aplicar cualquier tratamiento (Índice de Masa Corporal, patologías asociadas, inestabilidad de la articulación metatarso-falángica afectada) y las 2 variables prevalentes después del tratamiento de infiltración y cirugía fueron cirugía previa.

Introduction: Metatarsalgia for first ray insufficiency is one of the most common pathologies of the foot, whose treatment protocol is not well established.

The objective of this prospective study is to assess a protocol of action, and to consider different etiological factors that influence the pathology and treatment results.

Patients and method: Patients diagnosed with metatarsalgia for first ray insufficiency diagnosed through simple radiology and biomechanical study were prospectively assessed, evaluating plantar pressures and pain, function and alignment using the American Orthopedic Foot and Ankle Surgery (AOFAS) scale at the beginning and after each treatment; first applying the treatment with personalized plantar supports with metatarsal bar, at 3 months according to effectiveness, infiltration with corticosteroids, evaluating the patient at 6 months and, in case of failure of the previous two, the treatment was indicated using Weil's osteotomy. Follow-up of each patient to one year, observing that variables can influence the pathology.

Results: The final sample was of 56 patients, of whom 46 remained asymptomatic by plantar supports, 10 patients needed plantar supports and infiltration with corticosteroids, of which 4 ceased to have pain and 6 patients the previous treatments were ineffective, they underwent surgery.

Discussion: Three variables were significant associated with metatarsalgia before applying any treatment (Body Mass Index, associated pathologies, affected metatarsal-phalagic joint instability) and the 2 prevalent variables after applying the infiltration and surgery treatment were previous surgery and insufficiency of first iatrogenic ray.

Keywords

Español: corticoides, metatarsalgia, factores de riesgo, insuficiencia del primer radio, osteotomía de Weil, protocolo, soportes plantares, tratamiento conservador, tratamiento quirúrgico, infiltraciones perilesionales.

Inglés: corticosteroids, metatarsalgia, risk factors, first ray insufficiency, Weil osteotomy, protocol, insoles conservative treatment, surgical treatment, intralesional infiltrations.

Introducción

La metatarsalgia de radios medios consiste en dolor en la zona de las cabezas de los metatarsianos centrales. Se caracteriza por la presencia de dolor en el antepié, por sobrecarga mecánica, produciendo una lesión por sobreuso y quedando afectados el segundo, tercer y cuarto metatarsianos [1]. La metatarsalgia puede tener múltiples etiologías, producidas por un exceso de sobrecarga mecánica en la zona central del metatarso en el antepié. La distribución de las fuerzas puede variar con la actividad física, la edad, el calzado, la retracción de la musculatura posterior y la morfología del antepié [2]. Los factores biomecánicos explican el 90% de las causas de la metatarsalgia y las causas de la metatarsalgia están clasificadas en 3 grupos: primaria, secundaria e iatrogénica después de una cirugía de antepié [3].

El desarrollo de la cirugía de antepié podría también contribuir a una mayor incidencia de metatarsalgia por causas iatrogénicas, sobretodo la cirugía del hallux valgus, ya que puede provocar un excesivo acortamiento o elevación del primer metatarsiano [4,5].

Hoy en día, la cirugía como tratamiento para la metatarsalgia es controvertida. Hay muchos procedimientos que se pueden realizar para la intervención quirúrgica localizada, que siempre vendrá dirigida por los síntomas, los hallazgos físicos del paciente y la evaluación radiológica [6,7].

El presente estudio se centra únicamente en la metatarsalgia, provocada por la insuficiencia de primer radio, que describió por primera vez Viladot, como el síndrome de la insuficiencia de primer radio [8,9]. Esta se caracteriza por una disminución de la cantidad de carga que soporta la cabeza del primer metatarsiano, lo que puede provocar una sobrecarga del resto de las estructuras del antepié, generalmente el segundo y el tercer metatarsianos, en la estática y en la dinámica [10,11]. La etiología puede ser congénita, por un primer metatarsiano corto, por debilidad de las partes blandas en la articulación metatarso-cuneana que no fijan el radio durante la marcha, por la supinación del antepié en el pie plano valgo, o puede responder a una etiología iatrogénica por acortamiento excesivo del primer radio en el tratamiento quirúrgico previo del Hallux Valgus [12].

El tratamiento de la metatarsalgia puede ser médico o conservador [11,13–28], o bien quirúrgico [12-14,29–31]. El tratamiento conservador más indicado son los soportes plantares semi rígidos personalizados con una descarga en forma de barra retro capital, para descargar la zona metatarsal afectada y una pieza subcapital de Morton para provocar la carga del primer metatarsiano [32]. Otros dos parámetros se consideran de importancia ya que pueden contribuir también a la aparición de la metatarsalgia: la adaptación a medida del arco plantar del paciente y la neutralización de la articulación subastragalina, para evitar aplanamientos, valguismos y compensar las debilidades de partes blandas que pueden afectar al antepié [33,34]. La recuperación funcional, la fisioterapia, masajes, ejercicios pasivos, ejercicios activos o fármacos antiinflamatorios, sirven como tratamientos coadyuvantes. Sin embargo, estos tratamientos solo son útiles en los casos de reagudizaciones dolorosas, o bien, como obligada rehabilitación postquirúrgica [13]. Las infiltraciones locales con corticoesteroides son un buen tratamiento, siempre que estén asociadas al uso de soportes plantares que descarguen la zona

metatarsal previamente, en los casos donde, a pesar de la descarga, pueda persistir el edema articular, la inflamación tisular o de otros tejidos adyacentes [11,19,35,36].

El tratamiento quirúrgico está generalmente indicado para metatarsalgias recalcitrantes refractarias a los tratamientos conservadores [30,37], consecuencia de metatarsianos largos con o sin deformidades del plano transversal digital, dedos cruzados y subluxaciones o luxaciones de la articulación metatarso falángica. Estas son las indicaciones de este procedimiento, aunque también se ha utilizado para corregir deformidades reumáticas [30,37]. Existen diferentes técnicas para acortar y corregir la posición en plantar flexión del metatarsiano afectado, pero actualmente la más utilizada por su versatilidad y estabilidad es la osteotomía de Weil, con sus diversas modificaciones, descrita por el podiatra americano Lowell Weil. La osteotomía de Weil puede ser utilizada en uno o más metatarsianos de acuerdo con la complejidad de las deformidades del antepié y el patrón de longitud total de los metatarsianos adyacentes [29,38–40].

Aunque hay muchos estudios relacionados con la metatarsalgia, no queda claramente definido el valor de las diferentes variables asociadas a la patología y los factores pronósticos para determinar el fracaso o éxito de los tratamientos y el orden de actuación. El presente estudio pretende valorar un protocolo de tratamiento que tiene la finalidad de estudiar la efectividad de una actuación frente a la patología metatarsal por insuficiencia de primer radio, teniendo en cuenta diferentes factores de riesgo que puedan influir en la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio, antes y después de cada tratamiento.

Pacientes y métodos

Población de estudio

Se realizó un estudio prospectivo de 24 meses de duración con pacientes diagnosticados de patología metatarsal central por insuficiencia de primer radio, recogidos en el Institut Mèdic del Peu y la Clínica de Ponent de Lleida (Cataluña, España). La toma de datos se llevó a cabo entre septiembre de 2016 y septiembre de 2017. Se realizó un seguimiento posterior de todos los pacientes durante un año, finalizando la toma de datos en septiembre de 2018.

Los criterios de inclusión fueron pacientes mayores de edad que padecían la sintomatología de metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio. El diagnóstico de la metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio se determinó por: la insuficiencia funcional y déficit de apoyo en el estudio baropodométrico; la exploración en sedestación para examinar alteraciones musculoligamentosas, como la debilidad de partes blandas o hiper movilidad de las articulaciones del primer radio (metatarso cuneal y metatarso falángica); y radiografía simple antero posterior en carga, con la finalidad de confirmar e identificar el acortamiento del primer radio respecto al segundo y el resto de los metatarsianos que provocase poca carga en el primer metatarsiano durante situaciones de carga.

Se excluyeron aquellos pacientes con metatarsalgias provocadas por otras causas: longitud del segundo

o tercer metatarsianos, deformidades congénitas de las cabezas metatarsales, acortamiento de los músculos gastrocnemios o del tríceps sural, un pie equino, un pie cavo, así como anomalías del retropié que pueden afectar en la posición del antepié. También fueron excluidos aquellos pacientes menores de edad, alérgicos a los corticoides o pacientes con artritis reumatoide, gota o psoriasis, alteraciones neurológicas como Charcot-Marie-Tooth, enfermedad de Freiberg, diabéticos con mal control metabólico o todos aquellos que voluntariamente decidieron rechazar entrar en el estudio. El estudio pasó por el comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universitat de Lleida, con número de CEIm CEIC-2156, del Hospital Universitari Arnau de Vilanova de Lleida.

Medición de Variables

Se realizaron las siguientes mediciones:

- a) Estudio biomecánico de la marcha mediante plataforma de presiones baropodométricas para observar las presiones plantares con la finalidad de identificar la coincidencia de la zona dolorosa en los metatarsianos centrales con la de más presión en estática y en dinámica, y la insuficiencia funcional de apoyo del primer metatarsiano.

- b) Exploración física del paciente en sedestación, estática y dinámica: Se examinó el tipo de pie mediante el Foot Posture Index (FPI) para conseguir una fácil cuantificación de la postura del pie en estática. Se realizó también el test de Lunge para medir la flexión dorsal del pie en condiciones de carga.

Se realizó una exploración en sedestación para examinar alteraciones musculo- ligamentosas como la debilidad de partes blandas, es decir, hiperlaxitud ligamentosa o hiper movilidad de las articulaciones del primer radio, que producen una hiper movilidad de la articulación metatarsocuneana o cuneoescafoidea en la columna medial provocando que el primer metatarsiano reciba menos carga.

También se realizaron el test Silverfskiold para valorar el acortamiento de gastrocnemios y el test de Lachman en las articulaciones metatarsofalángicas menores para medir la inestabilidad de dichas articulaciones.

Se efectuó una exploración dermatológica y de deformidades para poder detectar patologías asociadas como hallux valgus, hallux rigidus o callosidades plantares.

- c) De manera complementaria se realizó un estudio radiológico del pie con radiografía simple antero posterior en carga para confirmar e identificar el primer radio corto respecto al segundo o el resto de los metatarsianos centrales, teniendo en cuenta la parábola metatarsal. Es decir, la insuficiencia de primer radio que se sospechaba por la exploración en el estudio biomecánico y se identificó la longitud del primer radio con respecto al segundo de forma visual por el examinador principal del estudio sin utilizar ninguna medición concreta.

En el caso de todos los pacientes se midieron los ángulos del hallux valgus e intermetatarsal, determinando si eran mayores que 9 y 15 grados que son sus valores normales; definiendo el ángulo HV como el ángulo creado por la longitud del eje de la falange proximal del Hallux y la del primer metatarsiano y el ángulo IM, que fue definido como el ángulo creado por la longitud del eje del primer y el segundo metatarsianos.

- d) La escala AOFAS para valorar el dolor, la función (actividad, distancia máxima caminada, superficie de la marcha, anormalidad del paso, movilidad sagital, movilidad del retropié y estabilidad del tobillo) y la alineación, se utilizó para medir los resultados del estudio y los tratamientos utilizados.

Intervenciones realizadas y protocolo de estudio

Después de evaluar al paciente y determinar todos los factores etiológicos, se inició el tratamiento mediante soportes plantares personalizados con descarga metatarsal, revalorando a los pacientes al mes, a los 3 meses, a los 6 meses y al año, y considerando la efectividad del tratamiento en función del valor de la escala AOFAS repitiéndola también al mes, 3, 6 y 12 meses.

Si a los 3 meses de tratamiento con soportes plantares el paciente seguía con la sintomatología, es decir, si la puntuación de la escala AOFAS era la misma o inferior, se recomendó por parte del clínico al paciente la infiltración con corticoides, y según la decisión subjetiva de paciente, se procedió a realizarla, con revisión de los pacientes a los 3 meses. Si dado este tiempo persistía dicha sintomatología, se procedió a la cirugía mediante osteotomía simple de Weil.

Tratamiento con soportes plantares

Según los criterios de diagnóstico anteriores, los pacientes fueron tratados con soportes plantares personalizados con descarga en forma de barra metatarsal y extensión de Morton en el primer metatarsiano, con la finalidad de proporcionar un reparto equitativo de las cargas en la zona del metatarso y descargar la zona de conflicto en los metatarsianos centrales afectados, ya que existen estudios que han mostrado que estas piezas subcapitales, como la extensión de Morton, funcionan debidamente [41]. Se consideran otros dos parámetros que pueden contribuir también a la aparición de la metatarsalgia: la adaptación a medida del arco plantar del paciente y la neutralización de la articulación subastragalina.

Se utilizaron materiales ortopodológicos para la elaboración de los soportes plantares: la base de resinas de 1'2 mm, revestida con un forro de foam microperforado de entre 1'5-3mm. Se emplearon también 2 elementos esenciales para la compensación de la carga y el alivio de la sintomatología: la barra metatarsal y la extensión de Morton. La barra metatarsal retrocapital fue completa de 5-6mm de roval foam para descargar las cabezas de los metatarsianos y para extender los dedos desde el borde interno al extremo del antepié. El borde anterior retrocapital a los 5 metatarsianos, finalizaba en el primer metatarsiano por detrás de los sesamoideos y el borde posterior por delante de la base de los 5 metatarsianos. La extensión de Morton era de EVA de entre 3-4 mm y densidad de 40 shoreA del primer radio para establecer una magnitud normal de la fuerza reactiva del suelo sobre la primera cabeza metatarsiana, asumiendo el

primer metatarsiano su carga normal, y evitando la transferencia de cargas excesivas al segundo metatarsiano.

Se realizó una toma de molde previa con espuma fenólica en semi-carga, dibujando los elementos deseados y se especificaron los grosores, los materiales y se mandó al taller Aixalá Sabater Artesá SL, Lleida, España, para su confección y adaptación al paciente.

Todas las prescripciones de los soportes plantares, de los materiales de descarga, así como la toma de moldes, fueron realizadas por el mismo observador, que es el investigador principal del estudio (B.C.D.).

Tratamiento con infiltraciones: corticoides

Los pacientes que no respondieron al tratamiento con soportes plantares porque el valor de AOFAS era bajo y el paciente continuaba refiriendo dolor y la sintomatología persistía a los tres meses, recibieron una infiltración con corticoides con Celestone Cronodose® (Betametasona, fosfato sódico/betametasona, acetato, Merck Sharp & Dohme, de España, S.A.). Las infiltraciones con corticoides 2ml, se inyectaron mezcladas con anestésico (2ml Mepivacaína 2%). Se realizó una sola infiltración peri articular, por los efectos secundarios que podía causar siguiendo las recomendaciones del laboratorio que lo produce [42]. Los pacientes también firmaron un consentimiento informado específico. Todas las infiltraciones fueron realizadas por el mismo observador que es el investigador principal del estudio (B.C.D.).

Tratamiento quirúrgico

Si a los 6 meses los tratamientos conservadores (plantillas más infiltración) resultaban ineficientes, dado que el valor de AOFAS era bajo y el paciente seguía refiriendo dolor, y la sintomatología persistía, los pacientes fueron intervenidos quirúrgicamente mediante la osteotomía de Weil para metatarsianos centrales por cirugía abierta y con osteosíntesis. Siguiendo el protocolo habitual de cirugía ambulatoria, los pacientes firmaron un consentimiento informado oficial y recibieron la profilaxis antibiótica debida, Cefazolina 2 gramos, IV. Todos los pacientes fueron visitados por un anestesista para determinar la técnica de anestesia, sedación y bloqueo poplíteo o de tobillo, y se pidieron las pruebas complementarias: analítica básica con vitamina D, placa de torax y ECG. Se usó torniquete de isquemia por encima del tobillo a 250 mm hg, con hemostasia por barrido previa. Se planificó la intervención quirúrgica según el estudio de la radiografía y la valoración física prequirúrgica del paciente midiendo los ángulos HV e IM si había HAV asociado y revisando de nuevo el acortamiento del primer metatarsiano respecto al segundo metatarsiano y el resto de la parábola para valorar si convenía realizar correcciones del resto de metatarsianos. En ocasiones se realizaron osteotomías de Weil de varios metatarsianos, en casos de HAV asociado también se realizó técnica quirúrgica sobre él, así como realineaciones de los dedos mediante artrodesis interfalángicas y alargamientos de tendones o tenotomías.

La osteotomía de Weil se realizó con la finalidad de acortar según lo previsto y descomprimir los metatarsianos pertinentes, sobre el extremo distal de uno de los metatarsianos centrales [29,43]. Se realizó un vendaje postoperatorio al paciente sin permitir la deambulacion prolongada durante 7 días y deambulando a partir de entonces con una bota de Walker durante 3 semanas más. Todas las intervenciones quirúrgicas fueron realizadas por el mismo observador, que es el investigador principal del estudio (B.C.D.).

Análisis de Datos

El tiempo de seguimiento de todos los pacientes fue de un año desde que entraron en el estudio y se realizaron las pruebas diagnosticas y el primer tratamiento con soportes plantares revisándolos al primer mes, a los 3, 6 y 12 meses. A los pacientes que infiltramos a los 3 meses, se les siguió hasta finalizar el estudio al año, es decir 9 meses más, con revisiones a los 15 días de la infiltración y a los 3 y 6 meses de la misma. En el caso de los pacientes que intervenimos quirúrgicamente a los 6 meses, el seguimiento fue a 6 meses, hasta finalizar el estudio. Aunque se revisaron semanalmente durante 2 meses y mensualmente hasta los 6 meses del postoperatorio.

Las variables dependientes se obtuvieron de los datos físicos, demográficos, radiológicos y patológicos de los pacientes incluyendo las variables explicativas del tratamiento con soportes plantares, infiltraciones y cirugía.

Se analizaron las variables sexo, edad, índice de masa corporal (divido en dos categorías: normal o sobrepeso), actividad física(trabajo de más de 5 horas, actividad física deportiva, ambas o ninguna) y patologías asociadas.

La exploración del paciente aportó los datos físicos y las variables del pie que influyen directamente en la metatarsalgia: Se analizaron las variables morfología del pie (según el FPI (Foot Posture Index) en A “FPI de -12 a -6, B “FPI de -5 a +5 y C “FPI de +6 a +12), intervenciones quirúrgicas previas de pie y tobillo (si el paciente había sido intervenido con anterioridad o no), ángulo IM (A “ángulo IM <9” y B “ángulo IM >=9”), y ángulo del hallux valgus (A “ángulo HV <15” y B “ángulo HV >=15”), retracción de gastrocnemios según Lunge Test para medir la flexión dorsal del pie en condiciones de carga y Silverfkiold test, respecto a la musculatura posterior y la limitación articular (SI “tiene retracción” y NO “no tiene retracción”), inestabilidad de la articulación metatarso falángica afectada (según el test de Lachman para medir la inestabilidad de la articulación metatarso-falángica de la zona del dolor relacionada al plato plantar flexor (normal o inestabilidad.), Hallux Valgus (presencia o no de HAV), uso de zapatos de tacón (zapatos de tacón” o ”no zapatos de tacón), tipo de insuficiencia de primer radio (según los 4 tipos de insuficiencia de primer radio descritos en la literatura: congénitas, iatrogénicas, partes blandas, pie plano).

La variable independiente escala AOFAS para valorar el dolor, la función (actividad, distancia máxima caminada, superficie de la marcha, anormalidad del paso, movilidad sagital, movilidad del retropié y estabilidad del tobillo) y la alineación, se utilizó para medir los resultados del

estudio y los tratamientos utilizados.

El test de rango con signo de Wilcoxon (Wilcoxon signed Rank test) se utilizó para la comparación de los resultados de los pacientes que mejoraron, debido a los tratamientos, con los que no mejoraron según los valores de AOFAS.

Se compararon las diferencias de la escala AOFAS entre la primera visita y las visitas de los 3, 6 y 12 meses (Ver tabla 2). Se consideraron resultados significativos a partir de un valor p menor o igual a 0.05.

Se aplicó el 't-test' para contrastar la incidencia de las variables en el dolor, función y alineación (AOFAS) de los pacientes antes de ser tratados y después de aplicar cada uno de los tratamientos. Para evaluar el efecto de estas variables y de su influencia en el tratamiento se utilizó un análisis mediante el “test de proporciones” para identificar los factores que fueron potencialmente asociados.

Se aplicaron los tests para comparar cada variable con el tratamiento. A los 3 meses comparando los pacientes que han mejorado el dolor con plantillas con los que no y que en consecuencia se trataron con infiltración. A los 6 meses se volvieron a pasar los test, esta vez para comparar los pacientes que mejoraron el dolor o bien con plantillas o bien con infiltración con los que no curaron y fueron operados. Así, las variables que sean significativas tanto a los 3 como a los 6 meses son las que tienen mayor influencia sobre el tratamiento.

Todos los análisis estadísticos se han realizado utilizando el paquete R [R, Developmental, Core, Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing 2017; disponible en: <http://www.R-project.org>][44] .

Resultados:

Un total de 56 pacientes con diagnóstico de metatarsalgia por insuficiencia de primer radio que cumplían los criterios de inclusión fueron incluidos en el estudio y analizados. 41 pacientes (73'2%) son mujeres y 15 pacientes (26'7%) son hombres. La edad media del grupo fue de 51'25 años; en el caso de las mujeres resultó una edad media de 55 (entre 35-81) y en el caso del grupo de los hombres fue de 47'5 (26-75). Las tablas I y II recogen los datos demográficos y las variables recogidas en la muestra del estudio.

Tabla 1 y 2 Datos demográficos y variables recogidas de la muestra del estudio.

	Hombres			Mujeres		
	Media	Desviación	IC (95%)	Media	Desviación	IC (95%)
Edad	47,1	14,4	39,1 – 55,1	53,9	10,7	50,5 – 57,3
IMC	27,0	5,1	24,2 -29,8	25,0	4,0	23,8 – 26,3
FPI	-1,5	4,4	-3,9 - 1.0	-0,2	4,1	-1,5 - 1.0
Áng. IM	9,2	1,2	8,6 – 9,9	9,4	1,2	9,1 – 9,8
Áng. HV	13,9	2,4	12,6 – 15,2	14,3	2,4	13,6 – 15,1

		Hombres		Mujeres	
		Pacientes	% Pacientes	Pacientes	% Pacientes
Actividad	A	3	5,36	4	7,14
	AB	4	7,14	17	30,36
	B	6	10,71	17	30,36
	C	2	3,57	4	5,36
Alteraciones	NO	8	14,29	18	32,14
	SI-A	2	3,57	7	12,50
	SI-B	1	1,79	1	1,79
	Si-C	4	7,14	15	26,79
IQ previas	No	13	23,21	31	55,36
	Si	2	3,57	10	17,86
Inest. Artic.	Inestable	2	3,57	8	14,29
	Estable	13	23,21	33	58,93
Retracción	No	9	16,07	27	48,21
	Si	6	10,71	14	25,00
Zapato	Sin tacón	15	26,79	26	46,43
	Tacón	0	0,00	15	26,79
In. 1º. radio	Congénita	15	26,79	27	48,21
	Iatrogenia	0	0,00	8	14,29
	Parte Blanda	0	0,00	3	5,36
	Pie Plano	0	0,00	3	5,36
HAV	No	10	17,86	22	39,29
	Si	5	8,93	19	33,93
HR	No	14	25,00	41	73,21
	Si	1	1,79	0	0,00

De los 56 pacientes iniciales en el estudio, a los 3 meses, 46 (82,14%) pacientes habían mejorado y obtuvieron una puntuación superior en la escala AOFAS con soportes plantares personalizados con barra metatarsal. Los 10 (18'85%) pacientes que no mejoraron con plantillas, fueron infiltrados de forma periarticular con corticoides.

A los 6 meses de los 56 pacientes, 46 habían mejorado con soportes plantares y 4 (7,14%) con la infiltración, los 6 (10,71%) pacientes donde no funcionó la infiltración ni previamente los soportes plantares, fueron intervenidos quirúrgicamente mediante la osteotomía de Weil.

Se muestra en la tabla 3, los resultados de la comparación de los pacientes que mejoraron con los que no mejoraron según los valores de AOFAS en la primera visita, con los valores de AOFAS en las visitas de los 3, 6 y 12 meses restando la diferencia y otorgando un valor *p* que en todos los casos fue significativo. Mostrando que los 3 tratamientos mejoraron la puntuación de AOFAS e indicando que la diferencia en cada visita es más grande y por tanto los tratamientos mejoran la sintomatología más a largo plazo.

Tabla 3. Resultados de la comparación de la diferencia del valor de AOFAS de los 56 pacientes entre la primera visita y las visitas a los 3,6 y 12 meses.

Visitas	Pre		Post		Diferencia			
	Media	Desviación	Media	Desviación	Media	Desviación	IC 95%	P-valor
1 – 3	53,5	16,8	78,3	14,5	24,8	12,0	20,5 – 28,0	<0.001
1 – 6	53,5	16,8	84,7	15,3	31,3	14,9	27,5 – 35,5	<0.001
1 – 12	53,5	16,8	89,0	13,8	35,5	17,6	31,5 – 40,5	<0.001

El

análisis [45] estadístico mostró la presencia de asociaciones estadísticamente significativas entre las variables analizadas y la presencia de metatarsalgia por insuficiencia de primer radio antes de comenzar el estudio. La presencia de IMC mayor de 25, la presencia de patologías sistémicas asociadas y la presencia de inestabilidad metatarsofalángicas fueron las únicas variables asociadas a la presencia de metatarsalgia en el periodo pretratamiento.

La tabla 4 muestra el análisis comparativo de las variables que mostraron asociación significativa con la presencia de no mejoría a los 3 meses (después de tratamiento con plantillas) y a los 6 meses (después de tratamiento con plantillas e infiltración).

La presencia de cirugía previa en pie y tobillo fue la única variable que se vio asociada a la presencia de no mejoría y, por tanto, prevalencia de la metatarsalgia a los 3 meses y a los 6 meses.

Tabla 4 Compara el porcentaje de pacientes que mejoran con soportes plantares a los 3 meses con los que no mejoran y prevalece la metatarsalgia y a los 6 meses a los pacientes que mejoran con soportes plantares e infiltración con los que no.

	Visita 3 meses			Visita 6 meses		
	Prevalencia Metatarsalgia		P-valor	Prevalencia Metatarsalgia		P-valor
	n	%		n	%	
Sexo						
M (41)	7	17,1	1,000	5	12,2	0,917
H (15)	2	13,3		1	6,7	
IMC						
A (27)	5	18,5	0,907	5	18,5	0,165
B (29)	4	13,8		1	3,4	
Actividad						
A (7)	2	28,6	0,408	2	28,6	0,231
AB (21)	2	9,5		1	4,8	
B (23)	5	21,7		3	13,0	
Alteraciones						
No (26)	4	15,4	0,597	3	11,5	1,000
SIC (19)	5	26,3		3	15,8	
Tipo pie						
A (10)	2	20,0	1,000	2	20,0	0,509
B (43)	7	16,3		4	9,3	
Cirugía previa						
No (44)	4	9,1	0,023	2	4,5	0,020
SI (12)	5	41,7		4	33,3	
Ángulo IM						
<9 (32)	4	12,5	0,636	2	6,2	0,418
>9 (24)	5	20,8		4	16,7	
Ángulo HV						
<15 (32)	4	12,5	0,636	2	6,2	0,418
>15 (24)	5	20,8		4	16,7	
HAV						
NO (32)	4	12,5	0,636	2	6,2	0,418
SI (24)	5	20,8		4	16,7	
Retracció						
No (36)	6	16,7	1,000	4	11,1	1,000
SI (20)	3	15,0		2	10,0	
Inestabilidad articular						
Inestable (10)	3	30,0	0,396	2	20,0	0,629
Estable (46)	6	13,0		4	8,7	
Zapato Talon						
No (41)	6	14,6	0,942	5	12,2	0,917
SI (15)	3	20,0		1	6,7	
Insuf-1r						
Congénita (42)	6	14,3	0,287	3	7,1	0,034
Iatrogénica (8)	3	37,5		3	37,5	

Abreviaciones: IMC, índice de masa corporal; Hav, hallux valgus angle; IM, ángulo intermetatarsal.

La tabla 5 muestra el modelo de regresión logística que identificó una única variable predictiva de no mejoría tras tratamiento con plantillas a los 3 meses y tras tratamiento con plantillas e infiltraciones a los 6 meses.

Tabla 5 Modelo de regresión logística de variables predictivas de no mejoría en pacientes con metatarsalgia por insuficiencia de primer radio.

	Visita 3 meses			Visita 6 meses		
	Odds Ratio	95% Inter. Confianza	P-valor	Odds Ratio	95% Inter. Confianza	P-valor
Cirugía previa	0,14	0,03 – 0,6	0,012	0,095	0,01 – 0,57	0,013

Discusión

En este trabajo, una vez diagnosticados mediante estudio biomecánico y radiografía simple, se aplicaron los tres tratamientos por orden cronológico y de conservador a quirúrgico: soportes plantares personalizados con barra metatarsal, infiltración con corticoides a los 3 meses si los pacientes no mejoraron y finalmente con cirugía mediante la osteotomía de Weil si a los 6 meses de estudio no funcionaba ninguno de los tratamientos anteriores. Midiendo su mejora con la escala AOFAS al valorar el dolor, función y alineación en cada una de las visitas previas y posteriores a cada tratamiento. Igualmente, se han evaluado y considerado diferentes factores etiológicos que podían estar asociados y por tanto influenciar en la aparición de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio y el resultado de los tratamientos, pudiendo ser predictivos. El concepto de síndrome de la insuficiencia de primer radio, fue introducido por Viladot A, en 1996 en Barcelona, describiéndolo como la disminución de la carga que soportaba la cabeza del primer metatarsiano provocando una sobrecarga del resto de los metatarsianos. En las últimas décadas se ha avanzado el conocimiento sobre la mecánica del antepié y sobre los métodos de diagnóstico y tratamiento, en el concepto de metatarsalgia de apoyo y propulsión, de metatarsalgias por transferencia, de su etiología congénita, iatrogénica, debilidad de partes blandas y pie plano. Se han fijado bases más sólidas en cuanto a anatomía de antepié, fórmula metatarsal, sus tratamientos conservadores o quirúrgicos y sus diferentes factores etiológicos y variables asociadas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que el protocolo de tratamiento aplicado es eficaz desde el punto de vista de mejoría de puntuación en el valor AOFAS de las visitas de los 3, 6 y 12 meses, por el incremento del valor de esta. Se mostró una disminución del dolor, mejoría de la función y alineación. El valor de AOFAS aunque mira otras cosas se focaliza más en el dolor en comparativa con otras escalas como SF36 [46].

Besse y cols. [3], realizaron un trabajo determinando las diferentes etiologías de la metatarsalgia, entre ellas, la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio. El estudio aporta datos de mucha utilidad ya que comentan los métodos de diagnóstico y todos los tratamientos aunque, no en orden, conservadores hablando de soportes plantares y quirúrgicos. Se enfatiza

en la fiabilidad de la osteotomía de Weil en comparación con DMMO y considerando la resección de gastrocnemios o la reparación del plato plantar de manera asociada. Aunque estos autores no inciden en el orden de tratamiento ni realizaron un estudio prospectivo, coincidimos en los tratamientos que se realizan en este estudio excepto las infiltraciones con corticoides, a su vez de la importancia de sopesar los factores biomecánicos asociadas.

En este estudio prospectivo y observacional, se profundiza en la etiología de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio únicamente, y se aplican los tres tratamientos que se han considerado más válidos de conservador a quirúrgico y se efectúa un seguimiento con la escala AOFAS en las diferentes visitas. Se considera que el tratamiento conservador más eficaz son los soportes plantares con descarga metatarsal y extensión de Morton [41], encontrando en la literatura diferentes estudios que lo avalan. Postema y cols.[17] analiza la influencia de los soportes plantares personalizados en cuanto a las presiones plantares, obteniendo que producen una disminución del pico de presión y de la fuerza de impulso. Holmes y Timmerman [14] llegan a la misma conclusión, analizando el efecto de las descargas en las presiones plantares baropodométricas. Williams [15] considerando, al igual que Burns y cols.[16] en los pies cavos, que los soportes plantares pueden corregir la biomecánica de la metatarsalgia, obteniendo que los pacientes con soportes plantares personalizados con descarga metatarsal mejoran más las presiones plantares que la plantillas estándar.

Diferentes estudios han mostrado la mayor eficacia de las ortesis plantares a medida en la reducción de las presiones plantares y de la sintomatología clínica sobre placebo o plantillas estándar u otros tipos de tratamiento, [26,27]. Otros estudios muestran que las extensión de Morton funciona mejor que las piezas retrocapitales en reducción de las presiones plantares durante la marcha [41]. Estos autores dan valor a la importancia del uso de soportes plantares en la metatarsalgia provocada por insuficiencia de primer radio, como se muestra en nuestro estudio. Los resultados demuestran que en el inicio existe una mejora clínica significativa respecto a la reducción de los síntomas de la patología, en 46 pacientes que mejoraron con soportes plantares.

En cuanto a las infiltraciones con corticoides, varios autores [18,19] las consideran un tratamiento válido en las partes blandas inflamadas después de una sobrecarga, así como metatarsalgias estáticas en la inestabilidad de las articulaciones metatarsofalángicas, sobretudo en casos de intensas reacciones inflamatorias locales. Los resultados en este estudio, utilizando las infiltraciones con corticoides de manera complementaria si no tenía éxito terapéutico el soporte plantar, fueron también significativos. Los resultados muestran que, de los 10 pacientes que se infiltraron a los 3 meses, 4 de ellos mejoraron su sintomatología respecto al aumento del valor de la escala AOFAS. De este modo, que lo consideramos como un tratamiento válido asociado a los soportes plantares cuando después de utilizar estos, permanece el edema y la inflamación de partes blandas.

El tratamiento quirúrgico es más frecuente en la literatura, a pesar de sus controversias y comparaciones entre técnicas, generalmente indicado para metatarsalgias recalcitrantes

refractarias a los tratamientos conservadores. Actualmente, la osteotomía de Weil es la más utilizada por su estabilidad y sencillez de realizar en metatarsalgias por insuficiencia de primer metatarsiano.

Barouk [5], en su estudio sobre la recurrencia de la metatarsalgia, apunta que en la recurrencia de la metatarsalgia de radios medios, la cirugía de hallux valgus puede ser un problema por dos motivos: por la posición del primer metatarsiano después de una inapropiada corrección, o por no reconocer un acortamiento de gastrocnemios previo a la cirugía. El autor preconiza que el mejor tratamiento es restaurar la normalidad de la anatomía y que la cirugía en los radios afectados puede ser la solución. Se centra básicamente en que la recurrencia de la metatarsalgia tiene un origen multifactorial y puede ser considerada como una iatrogenia o un fallo de una cirugía previa. Como significativamente observamos en nuestro estudio, donde encontramos como única variable asociada a la recurrencia de la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio, los pacientes que fueron intervenidos quirúrgicamente con anterioridad a los 3 meses de tratamiento. A los 6 meses también fue significativa junto a insuficiencia de primer radio por iatrogenia respecto a los pacientes que tenían una insuficiencia congénita o por pie plano, significando que estaban asociadas a la recurrencia de la metatarsalgia y por tanto los pacientes tuvieran que ser intervenidos quirúrgicamente.

Así se ha reflejado también en el resultado de este estudio, ya que 6 de los 56 pacientes, a los 6 meses, no mejoraron ni con soportes plantares ni con infiltración. Fueron intervenidos quirúrgicamente, observando en la revisión a los 12 meses una mejora significativa en el valor de AOFAS ente los pacientes al inicio y al final del estudio.

En cuanto a los factores etiológicos, antes de tratar a los pacientes y a las variables asociadas a la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio que podían influir en el resultado terapéutico de los diferentes tratamientos, se halló que tres variables fueron significativas: la presencia de IMC mayor de 25, la presencia de patologías sistémicas asociadas y la presencia de inestabilidad metatarsofalángicas (ver tabla 2).

En este estudio la influencia del IMC ha sido una variable significativa en los pacientes antes de ser tratados. Se ha obtenido que pacientes con sobrepeso u obesos tienen valor de AOFAS más bajo y en consecuencia un IMC alto incide en la metatarsalgia por insuficiencia de primer radio. Contrastado también en otros estudios consultados como el de Butterworth, y cols. [47] y Dufour y cols.[48] que resaltan la evidencia de una fuerte asociación entre el IMC elevado y un dolor en el pie. Hsu, Chih Chin y cols. [49] comparan pacientes diabéticos de tipo 2 con pacientes sanos, determinando que los tejidos plantares de debajo de las cabezas de los metatarsianos suelen estar alterados a la vez que reciben carga.

La inestabilidad de la articulación metatarso falángica afectada también fue un factor asociado significativo respecto a las que si eran estables antes de aplicar los tratamientos, ya que encontramos que los pacientes con inestabilidad metatarso-falángica tenían una puntuación de AOFAS más baja. Otros estudios prospectivos como el de Nery y cols.[50], tratan de manera muy concreta y específica, similar a este estudio, la evaluación de un protocolo para el tratamiento quirúrgico de las lesiones en las articulaciones metatarso falángicas de radios medios

y las lesiones del plato plantar., Sus hallazgos, como en el presente estudio, demuestran que la inestabilidad de las articulaciones metatarso falángicas menores es una causa común de dolor y deformidad,. Los resultados del estudio de Nery y cols.[50] presentan que los pacientes con menos alteración o sin alteración de la placa plantar, mirando la inestabilidad de la articulación respectiva, tenían menos dolor con una puntuación de la escala AOFAS más alta.

La única variable significativa a los 3 meses del estudio fue que los pacientes hubieran sido intervenidos quirúrgicamente de pie o tobillo previamente. Se comparó a los pacientes que habían mejorado con soportes plantares con los que no habían mejorado y se observó que una previa intervención influencia en la efectividad del tratamiento. En concreto, es un factor asociado a que los soportes plantares no funcionen, repitiéndose como variable significativa también en la visitas de los 6 meses.

Este hallazgo coincide con el de Maceira y Monteagudo [51] y con Barouk[5], los cuales indican que, en el manejo de la metatarsalgia de transferencia después de la cirugía de hallux valgus, es importante una comprensión profunda de los trastornos anatómicos, para planificar el tratamiento adecuado. Una historia detallada y un examen clínico junto con estudios de imagen permitirán determinar qué salió mal y por qué.

Como limitación del estudio, se indica, en primer lugar, que se dispuso de un bajo número de pacientes. El número total de pacientes fue 56 y el número de pacientes con cada uno de los tratamientos, a consecuencia, fue escaso. Se contó con 46 pacientes tratados con plantillas donde podemos obtener y comparar más datos, pero solo 10 pacientes fueron infiltrados y únicamente 6 pacientes intervenidos quirúrgicamente. El hecho de disponer de un número bajo de pacientes influye en la significación de las variables a lo largo del estudio. Otra limitación achacable al presente estudio fue el solamente tener un seguimiento del paciente en un año desde el inicio del primer tratamiento y, por tanto, solamente 6 meses en los pacientes que han sido intervenidos quirúrgicamente. Se interpreta que estudiar y observar a los pacientes más tiempo podría cambiar los resultados y darnos más datos. En último lugar, aunque se ha estudiado un número considerable de variables, se cree que indagando en otras variables no estudiadas, se podría conseguir más significación y la respuesta de porqué funcionan o no los tratamientos.

En conclusión, el presente estudio muestra que es necesario realizar los tratamientos por orden de conservador a quirúrgico y por orden cronológico. La mayoría de casos de metatarsalgia por insuficiencia de primer radio se resuelven con tratamiento conservador, mediante soportes plantares personalizados con barra metatarsal. La infiltración es efectiva en un 40% de los casos en los cuales el tratamiento con soportes plantares ha fracasado, siendo la cirugía la única vía correctiva en caso del fracaso de los dos tratamientos anteriores. Después de aplicar los tratamientos, a los 3 y a los 6 meses, es sumamente importante tener en cuenta si los pacientes han sido previamente intervenidos de pie y tobillo. La prevalencia de la metatarsalgia en pacientes con insuficiencia de primer radio puede depender de esta variable

cuando los tratamiento con soportes plantares no sean efectivos y por tanto haga falta infiltrarlos. De la misma manera, en pacientes que vayan a ser intervenidos con la osteotomía de *Weil* porque no han funcionado los tratamientos conservadores previos. Para tratar la patología de la metatarsalgia central por insuficiencia de primer radio, se aconseja a los facultativos que se centren en los tres tratamientos: soportes plantares, infiltración o cirugía con osteotomía de *Weil* por orden cronológico y de conservador a quirúrgico. Asimismo, se aconseja examinar teniendo en cuenta las variables significativas antes de tratar a los pacientes, y después de cada uno de los tratamientos.

Bibliografía

1. Dockery GL. Evaluation and treatment of metatarsalgia and keratic disorders. En: M.S. Myerson (Ed.), editor. Foot and ankle disorders. Philadelphia: Saunders Company; 2000. p. 359-77.
2. Campillo MA, Ibáñez SZF. Las metatarsalgias. Rev española Reumatol. 2003;30:467-538.
3. Besse JL. Metatarsalgia. Orthop Traumatol Surg Res. 2017;103 *Suppl 2*:S29-39.
4. Slullitel G, López V, Calvi JP, Seletti M, Bartolucci C, Pinton G. Effect of first ray insufficiency and metatarsal index on metatarsalgia in hallux valgus. Foot Ankle Int. 2016;37(3). doi: 10.1177/1071100715615323.
5. Barouk P. Recurrent metatarsalgia. Foot and ankle clinics.19.3 (2014): 407-424. doi: 10.1016/j.fcl.2014.06.005.
6. O’Kane C, Kilmartin TE. The surgical management of central metatarsalgia. Foot ankle Int. 2002;23.5:415-9. doi: 10.1177/107110070202300508.
7. Mann, Roger A, Chou LB. Surgical management for intractable metatarsalgia. Foot ankle Int. 1995;16.6:322-7. doi: 10.1177/107110079501600602.
8. Viladot A. En: Masson, ed. Biomecánica, medicina y cirugía del pie: Síndrome de insuficiencia del primer radio. Barcelona: Masson; 1997. p. 217-25.
9. Viladot-Voegeli A, Viladot-Pericé A, Núñez-Samper Pizarroso M L-A.. En: Masson, ed. Biomecánica, medicina y cirugía del pie: Síndrome de insuficiencia del primer radio. 2.ª ed. Barcelona; 2006. p. 235-48.
10. Christensen J, Jennings M. Normal and Abnormal Function of the First Ray. clinics Podiatr Med Surg. 2009;26(3):355–371. doi: 10.1016/j.cpm.2009.03.004.
11. Gregg J, Schneider T. MR Imaging and Ultrasound of Metatarsalgia—The Lesser Metatarsals. Radiol Clin North Am. 2008;46(6):1061-78. doi: 10.1016/j.rcl.2008.09.004.
12. Yakel J. Etiopatología de metatarsalgia. Pod today. 2012;25:74.

13. Muñoz D. Tratamiento fisioterápico en complicaciones postquirúrgicas en el pie. REDUCA (Enfermería, Fisioter y Podol. 4(4):54-69,2012.
14. Holmes GB Jr TL. A quantitative assessment of the effect of metatarsal pads on plantar pressures. *Foot ankle Int.* 1990;11(3):141-5. doi: 10.1177/107110079001100304.
15. Williams B. Can orthotics address the Faulty Biomechanics of metatarsalgia? *Pod Today.* 2005;18(6):28-32.
16. Burns J, J Crosbie J, Ouvrier R, Hunt A. Effective orthotic therapy for the painful cavus foot: a randomized controlled trial. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2006;96(3):205-11. doi: 10.7547/0960205.
17. Postema K, Burm PE, Zande ME LJ. Primary metatarsalgia: the influence of a custom moulded insole and a rockerbar on plantar pressure. *Prosthet Orthor Int.,* 1998;22(1):35-44.
18. Diligent J. Metatarsalgias estáticas. *EMC- Podol.* 2014;16(1):1-13.
19. Acerboni F, Marcano FA, Gonzalez JA. Causas poco frecuentes de dolor en antepié: a propósito de 4 casos. *Rev del pie y tobillo.* 2017;31(1).
20. Chapelle C. Intra-articular injections. *Rev Med Brux.* 2015;36(4):281-7.
21. Dockery GL. The treatment of intermetatarsal neuromas with 4% alcohol sclerosing injections *J Foot Ankle Surg.* 1999;38(6):403-8. doi: 10.1016/S1067-2516(99)80040-4.
22. RA M. En: JahssMH,ed. *Biomechanics.* Philadelphia: WB Saunders Co; 1982. 36-67 p.
23. Cracchiolo A. Office practice footwear and orthotic therapy. *Foot Ankle.* 1982;2:242-8. doi: 10.1177/107110078200200412.
24. Kotwick JE. Biomechanics of the foot and ankle. *Clin Sport Med.* 1982;1:19-34.
25. Llanos LF. En: Masson, ed. *Monografías médico-quirúrgicas del aparato locomotor: Pie degenerativo: clínica y tratamiento médico.* Barcelona: Masson; 1997. p. 49-60.
26. Doxey GE. Management of Metatarsalgia With Foot Orthotics. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1985;6(6):324–333. doi:10.2519/jospt.1985.6.6.324
27. Kang JH, Chen MD, Chen SC. Correlations between subjective treatment responses and plantar pressure parameters of metatarsal pad treatment in metatarsalgia patients: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;5:95.
28. Pawelka S, Kopf A ZE. Comparison of two insole materials using subjective parameters and pedobarography. *Clin Biomech.* 1997;12(3):S6-7. doi: 10.1016/S0268-0033(97)88314-3.
29. Pascual Huerta J, Arcas Lorente C, García Carmona FJ. The Weil osteotomy: A comprehensive review. *Rev Española Podol.* 2017;28(2):e38-51. doi: 10.1016/j.repod.2017.10.003.
30. Roukis TS. Central metatarsal head-neck osteotomies: Indications and operative techniques. *Clin Pod Med Surg.* 2005;22:197-225. DOI: 10.1016/j.cpm.2004.10.003.

31. Barouk LS. Weil's metatarsal osteotomy in the treatment of metatarsalgia. *Der orthopade*. 1996;25:338-44. doi: 10.1007/s001320050034.
32. Munuera P. En: Exa ed. *El Primer Radio: biomecánica y ortopodología*. Santander: Exa editores, SL; 2009: 235-285 p.
33. Federer AE, Tainter DM, Adams SB, Schweitzer KM. Conservative Management of Metatarsalgia and Lesser Toe Deformities. *Foot and ankle clinics* 23.1. 2018: 9-20. doi: 10.1016/j.fcl.2017.09.003.
34. Hähni M, Hirschi Müller A, Baur H. The effect of foot orthoses with forefoot cushioning or metatarsal pad on forefoot peak plantar pressure in running. *J Foot Ankle Res*. 2016;9(1).
35. Bellamy N, Campbell J, Robinson V, Gee T, Bourne R, Wells G. En: *Generelitat. Conselleria de sanitat, ed. Infiltraciones articulares*. P11-47.
36. Diligent J, Diebold PF. Metatarsalgias estáticas. *EMC-Podología*, 2014;10416(1), 1-13.
37. Redfern D. Treatment of Metatarsalgia with Distal Osteotomies. *Foot and Ankle Clinics*. 23.1.2018: 21-33. doi: 10.1016/j.fcl.2017.09.004
38. Zirm RJ. En: T. Southerland ed., *McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery: Indications and Technique of the Weil Osteotomy (4th ed.)*, Wolters Kluwer Health, Philadelphia (2013), pp. 224-228.
39. Zirm RJ. The Weil Lesser Metatarsal osteotomy. En: Williams and Wilkins, ed. *McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot & Ankle Surgery*. 4.^a ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 2010. p. 224.
40. Trnka HJ, Gebhard C, Mühlbauer 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(2):190-4. doi:10.1080/000164702753671795.
41. Lorca Navarro O. Influencia de la extensión de Morton en las presiones del antepié. 2016; Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/102421>.
42. Sanitarios. AE de M y P. IMA: Centro de Información online de Medicamentos de la AEMPS. Disponible en: <http://www.aemps.gob.es/cima>. Acceso Mayo 2019.
43. M.S. Downey, M.C. McGlamry SAS. Transverse plane digital deformities. En: .T. Southerland (Ed.), editor. *McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery*. 4th editio. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2013. p. 202-23.
44. R CT. A Language and Environment for Statistical Computing [Internet]. Viena, Austria; 2017. Disponible en: <http://www.r-project.org>. Acceso Junio 2019.
45. Pascual Huerta J, Arcas Lorente C, García Carmona FJ. The Weil osteotomy: A comprehensive review. *Rev Española Podol*. 2017;28(2):e38-51. doi: 10.1016/j.repod.2017.10.003.
46. SooHoo NF, Shuler M, Fleming LL. Evaluation of the validity of the AOFAS clinical

- rating systems by correlation to the SF-36. *Foot Ankle Int.* 2003;24(1):50-5.
47. Butterworth PA, Landorf KB, Smith SE, Menz HB. The association between body mass index and musculoskeletal foot disorders: A systematic review. *Obes Rev.* 2012;13(7):630-42. doi: 10.1111/j.1467-789X.2012.00996.x.
 48. Dufour AB., Losina E, Menz HB, LaValley MP, Hannan MT. Obesity, foot pain and foot disorders in older men and women. *Obesity research & clinical practice*, 2017;11(4), 445-453. doi: 10.1016/j.orcp.2016.11.001.
 49. Hsu CC, Tsai WC, Shau YW, Lee KL, Hu CF. Altered energy dissipation ratio of the plantar soft tissues under the metatarsal heads in patients with type 2 diabetes mellitus: A pilot study. *Clin Biomech.* 2007;22(1):67-73. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2006.06.009.
 50. Nery C, Coughlin M J, Baumfeld D, Raduan F C y cols. . Prospective evaluation of protocol for surgical treatment of lesser MTP joint plantar plate tears. *Foot ankle Int.* 2014;35:876-85. doi: 10.1177/1071100714539659.
 51. Maceira E, Monteagudo M. Transfer metatarsalgia post hallux valgus surgery. *Foot and ankle clinics*19.2.2014: 285-307. doi: 10.1016/j.fcl.2014.03.001.

