

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer al Dr. Salvador Pedro Sánchez Pérez su guía y dedicación. Además, al Dr. Luis Miguel Martí Martínez por su inestimable ayuda a lo largo de este trabajo. Por último, a mi padre, ya que fue mi inspiración para llevar a cabo el estudio tras ser diagnosticado de la enfermedad de Freiberg.



ÍNDICE

1. RESUMEN.....	4
2. ABSTRACT.....	4
3. INTRODUCCIÓN.....	5
3.1. FACTORES ETIOLÓGICOS.....	6
3.2. CLÍNICA.....	7
3.3. DIAGNÓSTICO.....	8
3.4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL.....	10
3.5. TRATAMIENTO.....	10
3.6. JUSTIFICACIÓN.....	14
4. HIPÓTESIS.....	15
5. OBJETIVOS.....	15
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	16
7. RESULTADOS.....	19
8. DISCUSIÓN.....	32
9. CONCLUSIÓN.....	35
10. BIBLIOGRAFÍA.....	37

1. RESUMEN

La enfermedad de Freiberg es una osteonecrosis de las cabezas metatarsales cuya etiología sigue siendo desconocida. Su incidencia es mayor en la segunda cabeza metatarsal. En muchos de los casos el tratamiento inicial es conservador, pero en nuestro estudio fracasa. Cuando esto ocurre, se valora la opción quirúrgica. Realizamos una revisión bibliográfica sobre la eficacia de los tratamientos quirúrgicos. Conocemos 5 estadios de la enfermedad según su evolución, donde el estadio I requiere de tratamiento quirúrgico en menos del 2% de los pacientes. Actualmente, se desconoce la técnica quirúrgica estrella para la patología, sin embargo, en la revisión bibliográfica realizada la recomendación para su uso sistemático en el abordaje quirúrgico sería la osteotomía de Weil modificada.

Palabras clave: Enfermedad de Freiberg, osteonecrosis, tratamiento quirúrgico

2. ABSTRACT

Freiberg's disease is an osteonecrosis of metatarsal heads whose etiology remains unknown. Its incidence is greater in the second metatarsal head. In many of the cases the initial treatment is conservative, but in our study it fails. When this occurs, the surgical option is assessed. We conducted a literature review on the effectiveness of surgical treatments. We know 5 stages of the disease according to its evolution, where stage I requires surgical treatment in less than 2% of patients. Currently, the star surgical technique for pathology is unknown, however, in the literature review made the recommendation for its systematic use in the surgical approach would be the modified Weil osteotomy.

Keywords: Freiberg's disease, osteonecrosis, surgical treatment

3. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Freiberg es una patología de antepié que afecta a la cabeza del hueso metatarsiano, más comúnmente la segunda cabeza. El inicio es insidioso y aparece generalmente de manera unilateral, con predominancia en el sexo femenino y la adolescencia. La patología puede manifestar dolor, hinchazón, necrosis isquémica y pérdida de función⁸.

El término fue descrito por primera vez en 1914 de la mano de Albert H. Freiberg al observar que seis pacientes de sexo femenino presentaban dolor en parte delantera del pie durante la actividad, concretamente en la segunda cabeza del metatarsiano. Éstos fueron sometidos al estudio radiológico y presentaron un aplanamiento de la cabeza metatarsal con esclerosis, que se describe como osteonecrosis de la cabeza metatarsal, actualmente conocida como enfermedad de Freiberg^{2,7}.

A lo largo de la historia, diferentes autores han descrito y estudiado esta enfermedad aportando numerosas teorías en cuanto a su etiología, sin que hasta la fecha se haya llegado a un consenso en relación con sus posibles causas. Se acepta que la condición es de causa multifactorial^{2,8,11}.

A pesar de ser una enfermedad rara, se ha reconocido como la cuarta osteonecrosis intraarticular más común del cuerpo, también conocida como infracción de Freiberg. Es una de las afecciones que origina metatarsalgia y puede afectar a todas las cabezas de los metatarsianos, pero el 68% de los casos refieren a la segunda cabeza, mientras que el 27% se producen en la tercera, el 3% en la cuarta y <2% en la quinta cabeza metatarsiana. Además, existe una implicación bilateral en menos del 10% de los pacientes^{2,9,11}.

3.1. FACTORES ETIOLÓGICOS

Freiberg teoriza que la necrosis isquémica es causada por microtraumatismos repetitivos en el segundo metatarsiano, que sobresale más distalmente que el resto de metatarsianos. Por otro lado, basándose que la segunda cabeza del metatarsiano es conocida por ser particularmente vulnerable al daño vascular, Gauthier y Elbaz han propuesto que la enfermedad de Freiberg es el resultado de una fractura con insuficiencia subcondral, resultante de una pérdida de conexiones vasculares profundas en el hueso, causando necrosis y colapso de la superficie osteocondral. Otra de las teorías relaciona el daño del segundo metatarsiano por presentar un primer dedo rígido⁸.

Actualmente, la etiología real de la enfermedad de Freiberg sigue sin estar clara, pero la mayoría de los autores sugieren que la lesión se relaciona con diferentes factores contribuyentes al desarrollo de la enfermedad como el estrés repetido de microtraumatismos, insuficiencia vascular y alteración en la biomecánica del pie. Hay varios factores de riesgo sistémico como la hipercoagulabilidad, lupus eritematoso sistémico y diabetes mellitus, pero la investigación de éstos es escasa. Además, la enfermedad de Freiberg es probable que tenga un componente genético. Por otro lado, el proceso de maduración ósea también puede contribuir al desarrollo de la patología, relacionándose de tal manera con una mayor incidencia en adolescentes que en adultos^{10,11}.

Los microtraumatismos de repetición y la alteración de la biomecánica normal del pie están relacionados con la carga de peso repetida en la zona dorsal de la articulación, causando estrés trabecular en la epífisis. El segundo y tercer metatarsiano son los más largos, y se postula que tienen mayor susceptibilidad a dicha sobrecarga tras presentar

insuficiencia del primer radio. Por otro lado, la sobrecarga mecánica debida al calzado supone un factor de riesgo potencial porque existe un aumento del estrés subcondral dorsal debido a la dorsiflexión, asociado al uso de zapatos de tacón alto, de ahí la prevalencia del sexo femenino¹¹.

En cuanto a la insuficiencia vascular, se ha establecido que el flujo vascular de las cabezas metatarsales es suministrado por las arterias dorsales y plantares de los metatarsianos, que son una rama de la arterial tibial posterior. Se puede suponer que las variantes anatómicas que carecen de flujo arterial están predispuestas a la isquemia y dicho suministro de flujo arterial procede de los vasos colaterales del primer y tercer metatarsiano. A pesar de no estar demostrado, las variantes anatómicas mencionadas podrían ser susceptibles a la congestión arterial¹¹.

En definitiva, la causa de la enfermedad de Freiberg es controversial y probablemente multifactorial¹.

3.2. CLÍNICA

La enfermedad de Freiberg es cinco veces más común en mujeres que en hombres, produciéndose a menudo en adolescentes durante el crecimiento esquelético^{2,5}.

La patología comienza con un dolor insidioso y progresivo. El principal motivo de consulta de los pacientes es el dolor durante las actividades diarias, incluyendo estar de pie, caminar y correr. Además, muchos de ellos, se quejan de restricción dolorosa de movimiento según el tipo de calzado que utilizan, en particular, tacones. La sintomatología puede no comenzar hasta que la artrosis degenerativa se desarrolle, por lo que, muchos de los pacientes a menudo son asintomáticos en las primeras fases y, a veces, no requieren tratamiento^{1,2,11}.

Dependiendo de la progresión de la patología encontramos diferentes características radiológicas, ya que, en etapas tempranas, hay fisura del cartílago no visible en radiografías y reabsorción central de la cabeza del metatarsiano afectado. En etapas tardías apreciamos derrame articular, crepitación, prominencias óseas palpables, rango de movimiento limitado y aplanamiento de la cabeza^{2,11}.

A la exploración clínica encontramos inflamación de la región afectada, dolor y rigidez en la movilidad de la articulación metatarsofalángica, lo que conlleva la restricción del movimiento. Dichos síntomas suelen empeorar por la flexión dorsal de la articulación metatarsofalángica^{4,5}.

3.3. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de la patología es clínico y se puede emplear el estudio de imagen mediante radiografía, gammagrafía ósea, tomografía computarizada en 3 dimensiones, ecografía y resonancia magnética para confirmar el diagnóstico de la enfermedad^{9,10}.

Al principio del proceso, las radiografías son normales ya que no observamos manifestación radiológica hasta las 3 o 6 semanas después de la aparición inicial de los síntomas y se caracteriza por un sutil ensanchamiento del espacio articular. A medida que avanza la enfermedad de Freiberg, las radiografías muestran una cabeza metatarsiana aplanada y fragmentada. La gammagrafía ósea y la resonancia magnética pueden ser útiles en el temprano proceso de la enfermedad. En la resonancia magnética podemos observar hipointensidad en la cabeza del metatarsiano^{9,10,11}.

Se han descrito diversos sistemas de clasificación por diferentes autores basadas en las alteraciones radiográficas e histopatológicas como la clasificación de Smillie, de Gauthier y Elbaz y de Thomson y Halminton. El sistema de clasificación más utilizado en nuestro

estudio ha sido el descrito en 1967 por Smillie, que clasificó en 5 estadios las diferentes fases de la enfermedad, proporcionando una guía para definir las opciones de tratamiento^{2,11}.

- ESTADIO 1: Fragmentación de fisura localizada en la epífisis isquémica. Es difícil de encontrar ya que no tiene una reacción visible. Cuando se afecta a las profundidades de la fractura, encontramos hallazgos de esclerosis del hueso esponjoso adyacente a la línea de la fractura y ausencia de aporte sanguíneo a la epífisis. Debido a la estrechez de la línea de fractura, se dificulta la detección de la fractura o la isquemia ósea mediante radiografía. No es posible detectar la pérdida de suministro de sangre hasta que exista un aumento relativo de material radiopaco en el hueso.
- ESTADIO 2: Corresponde a la fase de reabsorción del tejido esponjoso producida en el lado proximal de la lesión. La zona central y dorsal de la cabeza del metatarsiano comienza a hundirse, alterando el contorno de la superficie articular.
- ESTADIO 3: Se produce una mayor reabsorción del hueso y un mayor hundimiento de la superficie articular. Existen pequeñas exostosis en el dorso del lado proximal que pueden haberse fracturado, pero reteniendo las uniones de tejidos blandos. El cartílago articular de la cara plantar permanece intacto.
- ESTADIO 4: El fragmento central de la superficie articular se ha hundido, perdiéndose el borde plantar. El cuerpo suelto se ha separado y en las proyecciones laterales y dorsales apreciamos fracturas. La epífisis puede estar cerrada en esta etapa. La restauración anatómica ya no es posible.

- ESTADIO 5: Corresponde a la fase final, se caracteriza por la artrosis, la deformación y un marcado aplanamiento con deformidad de la cabeza del metatarsiano y la destrucción del espacio articular. El cuerpo suelto tiene un tamaño muy reducido o puede incluso haber desaparecido. El eje del metatarsiano está engrosado y denso.

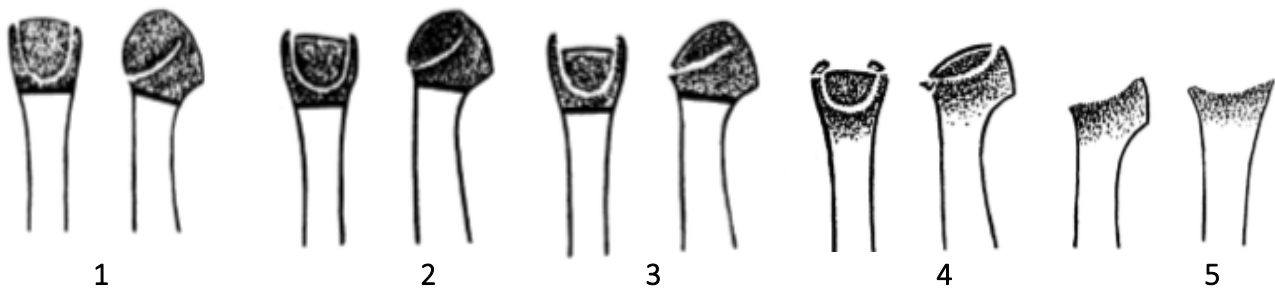


Figura 1: Estadios de deformación descritos por Smillie⁶.

3.4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

En el diagnóstico diferencial destacamos el dedo del césped, sesamoiditis, fracturas de estrés, osteomielitis, artritis séptica, artritis inflamatorias postraumáticas, artritis reumatoide, gota, tenosinovitis, bursitis, neuritis interdigital de Morton y neoplasia de los tejidos blancos¹.

3.5. TRATAMIENTO

Para un correcto abordaje de la enfermedad de Freiberg es imprescindible tener en cuenta a la hora de optar por el tratamiento la edad del paciente, síntomas, mecánica del pie y grado de deformación articular. Actualmente, tras la falta de estudios, no podemos prevenir su aparición^{10,11}.

Existen dos tipos de tratamiento. Por un lado, encontramos el tratamiento conservador, indicado en etapas tempranas (estadio I, II) y consta de modificaciones en el calzado (suela rígida, balancín), restricción de actividades diarias, antiinflamatorios no

esteroides, ortesis plantares, infiltraciones con esteroides, plasma rico en plaquetas o células madre de tejido amniótico. El objetivo de esta primera opción de tratamiento se basa en la disminución de las presiones en el pie y la descarga del metatarsiano afectado. La curación espontánea con remodelación puede ocurrir en las primeras etapas de la enfermedad. Además, si hay un diagnóstico rápido, a menudo puede resolverse mediante el tratamiento conservador. A pesar de proporcionar alivio del dolor, puede ser un tratamiento temporal ya que el desgaste del cartílago puede continuar^{2,5,3,10,11}.

En aquellos casos en los que la primera opción de tratamiento fracasa o encontramos etapas avanzadas donde la deformidad es severa (III, IV, V), se recurre al tratamiento quirúrgico cuyo objetivo es la reducción del dolor. A pesar de las técnicas quirúrgicas existentes y descritas por diferentes autores, no ha habido consenso sobre el mejor procedimiento quirúrgico. En función a la evolución de la patología, elegiremos la técnica más adecuada entre el desbridamiento, descompresión del núcleo, osteotomía en dorsiflexión, osteotomía en cuña, artroplastia de interposición, artroplastia de implante de silicona, trasplante autólogo osteocondral y resección de la cabeza del metatarsiano^{2,5,9,11}.

La osteotomía de Weil modificada consiste en una osteotomía dorsiflexora con resección en cuña en el sitio de la lesión. Se realiza una incisión longitudinal dorsal sobre el metatarsiano afectado y se procede a la osteotomía a través de la metáfisis distal para conseguir el acortamiento, y con ello, la descarga de la cabeza de este. El cierre dorsal en forma de cuña tiene como objetivo la restauración de la congruencia articular metatarsofalángica. Dicha osteotomía se fija mediante tornillos, grapas, aguja de Kirschner o suturas Polyblend^{3,12,13,16}.

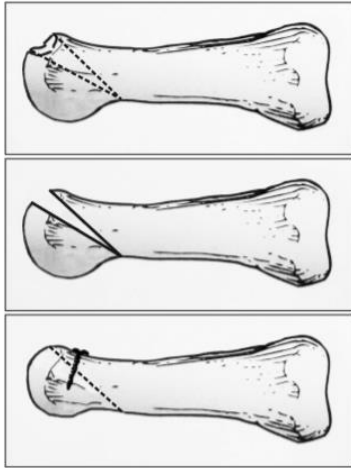


Figura 2: Técnica quirúrgica de la osteotomía de Weil modificada¹².

La osteotomía dorsal en media luna se realiza en la cabeza del metatarsiano consiguiendo una dorsiflexión de la cabeza superior a 15º, cuyo método de fijación es una aguja de Kirschner²².



Figura 3: Técnica quirúrgica de la osteotomía dorsal en media luna²².

El desbridamiento consiste en una incisión longitudinal dorsal sobre la articulación metatarsofalángica cuyo objetivo es la eliminación del fragmento suelto, degeneración del cartílago articular o cualquier prominencia situada en la cabeza del metatarsiano, y la cabeza se remodela. Dicha técnica puede combinarse con la técnica de microfractura^{18,20}.



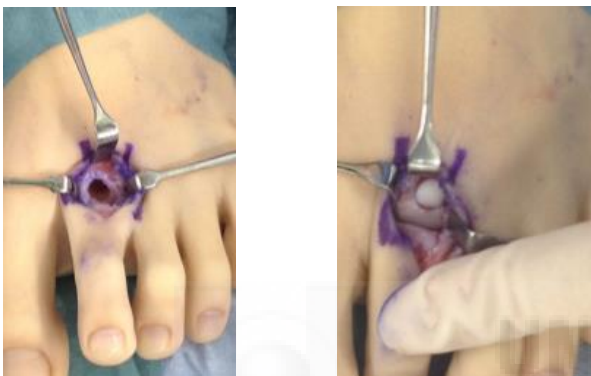
Figura 4: Técnica quirúrgica de desbridamiento²².

La artroplastia de interposición modificada, indicada en las últimas fases de la enfermedad, consiste en la elevación de periostio y grasa desde el dorso del metatarsiano afectado donde se realiza una artroplastia por escisión, eliminando osteofitos y cartílago articular afectado. Finalmente, se realiza el injerto “rollmop” y se sutura a través de la placa plantar para asegurar su estabilización².



Figura 5: Técnica quirúrgica de la artroplastia de interposición modificada².

Por último, el trasplante autólogo osteocondral es una técnica indicada en pacientes adolescentes que practican deporte. Se realiza una incisión longitudinal dorsal en la articulación metatarsofalángica afectada y mediante desbridamiento se elimina todo fragmento libre u osteofito en la cabeza metatarsal. Se crea un túnel sobre la cabeza afectada introduciendo el autoinjerto osteocondral obtenido del cóndilo femoral lateral superior de la rodilla ipsilateral⁵.



Figuras 6 y 7: Técnica quirúrgica del trasplante autólogo osteocondral⁵.

3.6. JUSTIFICACIÓN

La enfermedad de Freiberg es una patología infrecuente y poco estudiada, con presentaciones clínicas variables en un amplio rango de edad. La sintomatología puede no comenzar hasta que la artrosis degenerativa se desarrolle, por lo que, muchos de los pacientes a menudo son asintomáticos en las primeras fases.

Si el dolor persiste se valora la opción quirúrgica, pero hasta la fecha, no hay consenso respecto a la mejor técnica quirúrgica empleada, ya que en la literatura encontramos número limitado de pacientes^{1,2,5,7,8,11}.

4. HIPÓTESIS

Se realiza la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Qué tratamiento quirúrgico es el más eficaz en la enfermedad de Freiberg?

5. OBJETIVOS

Objetivo principal:

- Establecer la técnica quirúrgica que evidencia la mejor tasa de éxito.

Objetivos secundarios:

- Identificar las técnicas quirúrgicas que se utilizan en la enfermedad de Freiberg.
- Determinar en qué estadios se requiere un mayor uso del tratamiento quirúrgico.
- Identificar qué metatarsiano presenta más incidencia.
- Identificar qué técnica quirúrgica presenta una mayor tasa de complicaciones.
- Identificar qué técnica quirúrgica consigue una mayor mejoría en el grado de satisfacción del paciente.
- Identificar qué técnica quirúrgica consigue una mayor tasa de mejoría en el dolor.
- Identificar qué técnica quirúrgica consigue una mayor mejoría en la movilidad de la articulación metatarsofalángica.
- Identificar qué técnica quirúrgica consigue una mayor mejora respecto a la funcionalidad.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se ha realizado una revisión bibliográfica utilizando las bases de datos de Web Of Science y PubMed. La búsqueda se ha basado en encontrar series de casos que evalúen la eficacia de las diferentes técnicas quirúrgicas. Dicha revisión bibliográfica se realiza del 25 al 30 de marzo del 2019.

Los criterios de selección para realizar dicha revisión han sido:

- Filtros de búsqueda:
 - ✓ Últimos 10 años
 - ✓ Idioma inglés o español
 - ✓ Humanos
- Criterios de inclusión:
 - ✓ Series de casos
 - ✓ Revisiones de series de casos
- Criterios de exclusión:
 - ✓ Casos report
 - ✓ Descripciones de técnicas de tratamiento

Términos de búsqueda	Pubmed	Web Of Science	Artículos seleccionados
Freiberg and foot	58	87	15
Second Kohler disease and foot	19	4	1
Freiberg surgery and foot	32	44	0
Avascular necrosis and foot and metatarsal head	111	68	0

Tabla 1: Estrategia de búsqueda

- [FREIBERG AND FOOT]: Se encontraron un total de 58 artículos en Pubmed, los cuales se filtraron, obteniendo 23. Descartamos 6 artículos debido a la no adecuación del tema de investigación, 4 describían técnicas de tratamiento y 4 por casos report. Incluimos 9 artículos. En Web Of Science encontramos 87 artículos, los cuales se filtraron, obteniendo 38. Descartamos 14 artículos debido a la no adecuación del tema de investigación, 8 por casos report, 7 duplicados y 3 porque eran descripciones de técnicas de tratamiento. Incluimos 6 artículos.
- [SECOND KOHLER DISEASE AND FOOT]: Se encontraron un total de 19 artículos en Pubmed, los cuales se filtraron, obteniendo 5. Descartamos 2 artículos por casos report, 1 duplicado y 1 porque describía técnicas de tratamiento. Incluimos 1 artículo. En Web Of Science encontramos 4 artículos, los cuales se filtraron, obteniendo 1. Descartamos este debido a la no adecuación del tema de investigación.

- [FREIBERG SURGERY AND FOOT]: Se encontraron un total de 32 artículos en PubMed, los cuales se filtraron, obteniendo 17. Descartamos 9 artículos duplicados, 4 describían técnicas de tratamiento y 4 por casos report. No se incluyó ningún artículo. En Web of Science encontramos 44 artículos, los cuales se filtraron, obteniendo 24. Descartamos 12 artículos duplicados, 6 por la no adecuación del tema de investigación, 3 por casos report y 3 por descripciones de técnicas de tratamiento. No incluimos ningún artículo.
- [AVASCULAR NECROSIS AND FOOT AND METATARSAL HEAD]: Se encontraron un total de 111 artículos, los cuales se filtraron, obteniendo 31. Descartamos 17 artículos por la no adecuación al tema de investigación, 6 duplicados, 5 casos report y 3 por descripciones de técnicas de tratamiento. No incluimos ningún artículo. En Web Of Science encontramos 68 artículos, los cuales se filtraron, obteniendo 27. Descartamos 17 artículos por la no adecuación del tema de investigación, 7 por casos report, 2 duplicados y 1 por descripción de técnicas de tratamiento. No incluimos ningún artículo.

Tras obtener inicialmente un total de 423 artículos, 220 pertenecientes a PubMed y 203 a Web Of Science, se incluyeron en este trabajo 16 artículos.

7. RESULTADOS

De los 16 artículos seleccionados, se realiza una tabla con el número de pacientes en cada caso, edad, estadio en el que se encuentra la enfermedad de Freiberg y metatarsiano afectado. Además, se menciona la técnica quirúrgica empleada con sus respectivos resultados y complicaciones.

Como elementos de medida de los resultados obtenidos los autores utilizan:

- Valores radiológicos:
 - ✓ Tiempo de unión ósea
 - ✓ Acortamiento del metatarsiano
- Escalas de medición:
 - ✓ Manchester-Oxford Foot Questionnaire (MOXFQ): Es una escala de funcionalidad cuya puntuación va de 0 a 100, donde 100 es la situación óptima.
 - ✓ American Orthopaedic Foot and Ankle (AOFAS): Es una escala de funcionalidad cuya puntuación va de 0 a 100, donde 100 es la situación óptima.
 - ✓ Visual Analogic Score (VAS): Es una escala de dolor cuya puntuación va de 0 a 10, donde 0 se considera la ausencia de dolor y 10 el mayor dolor.
 - ✓ 36-Item Short Form Health Survey (SF-36): Es una escala de calidad de vida del paciente cuya puntuación va de 0 a 100, donde 100 es la puntuación óptima.

- ✓ Japanese Society of the Surgery of Foot (JSSF): Es una escala de calidad de vida cuya puntuación va de 0 a 100, donde 100 es la puntuación óptima.
- Movilidad articulación metatarsfalángica (AMF):
 - ✓ Movilidad normal: $>75^\circ$
 - ✓ Movilidad moderada: $34^\circ/74^\circ$
 - ✓ Movilidad rígida: $<30^\circ$
- Grado de satisfacción del paciente: Evaluación que realiza el paciente después de la intervención.
 - ✓ Malo
 - ✓ Regular
 - ✓ Bueno
 - ✓ Muy bueno
 - ✓ Excelente



Autores	Casos	Edad	Estadio (Smillie)	Metatarsiano afectado	Técnica quirúrgica	Complicaciones postoperatorias	Resultados
Wahid Abdul et al (2018)	20 mujeres 5 hombres 25 pies	19-70	5: III 12: IV 8: V	23, 2º meta 2, 3º meta	Artroplastia de interposición modificada	Dolor: 1 Infección: 1	Regreso a las actividades deportivas 19 pacientes MOXFQ - Preoperatorio: 60 - Postoperatorio: 18,1 VAS - Preoperatorio: 6,2 - Postoperatorio: 1,8 AOFAS - Preoperatorio: 45,6 - Postoperatorio: 82,7
Kilic A et al (2013)	13 mujeres 1 hombre 14 pies	12-58	Grupo A 3: IV 3: V Grupo B 3: IV 5: V	12, 2º meta 2, 3º meta	Grupo A Desbridamiento y técnica de microfractura Grupo B Osteotomía dorsal en media luna	Grupo A Infección: 1	Grado de satisfacción del paciente: 3 reportaron buenos resultados y 11 excelentes resultados GRUPO A AOFAS - Preoperatorio: 66,3 - Postoperatorio: 92 GRUPO B Resultados radiológicos: Unión ósea con promedio de 4,5 semanas AOFAS - Preoperatorio: 55,8 - Postoperatorio: 90,6

Ciloglu O et al (2017)	11 mujeres 5 hombres 16 pies	14-23	2: II 6: III 7: IV 1: V	12, 2º meta 4, 3º meta	Osteotomía de Weil modificada	-	Resultados radiológicos: Unión ósea con promedio de 14 semanas. Movilidad AMF (flexión dorsal/flexión plantar) - Preoperatorio: 22/42 - Postoperatorio: 42/30 VAS - Preoperatorio: 8,5 - Postoperatorio: 1,1 AOFAS - Preoperatorio: 56,1 - Postoperatorio: 90,75
Al-Ashhab ME et al (2013)	10 mujeres 10 pies	14-24	6: IV 4: V	10, 2º meta	Osteotomía de Weil modificada	-	Resultados radiológicos: Acortamiento medio de 2,4 mm. Unión ósea con promedio de 10 semanas. AOFAS - Preoperatorio: 57 - Postoperatorio: 80
Helix-Giordanino M et al (2015)	23 mujeres 5 hombres 30 pies	27-83	12: II 11: III 7: IV	27, 2º meta 3, 3º meta	Osteotomía de Weil modificada	Rigidez: 1 Subluxación: 1 Luxación: 1	Grado de satisfacción del paciente: 17 muy satisfechos, 11 satisfechos y 2 moderadamente satisfechos Resultados radiológicos: Unión ósea en todos los casos. Acortamiento medio de 2 mm. Movilidad AMF (postoperatorio) 5: >75 24: 30-74 1: <30 AOFAS - Preoperatorio: 72 - Postoperatorio: 80,7

Lee HS et al (2016)	12 mujeres 3 hombres 15 pies	19-51	3: II 6: III 4: IV 2: V	15, 2º meta	Osteotomía de Weil modificada	Inflamación: 2	Resultados radiológicos: Acortamiento medio de 3,2 mm. Unión ósea con promedio de 8 semanas. Movilidad AMF - Preoperatorio: 29,4 - Postoperatorio: 46,5 VAS - Preoperatorio: 7,2 - Postoperatorio: 2,1 AOFAS - Preoperatorio: 52,4 - Postoperatorio: 78,2
Kim J et al (2012)	19 pacientes 20 pies	17-62	4: I 11: II 1: III 2: IV 2: V	20, 2º meta	Osteotomía de Weil modificada	Rigidez: 1 Callosidad: 3 Dedo flotante: 1 Metatarsalgia de transferencia: 1	Grado de satisfacción del paciente: buenos o excelentes resultados Resultados radiológicos: Acortamiento medio de 3,4 mm. Unión ósea con promedio de 8,2 semanas. Movilidad AMF - Preoperatorio: 31,3 - Postoperatorio: 48,3 VAS - Preoperatorio: 6,2 - Postoperatorio: 1,5 AOFAS - Preoperatorio: 63,3 - Postoperatorio: 80,4
Bruno S. Pereira et al (2015)	18 niñas 2 hombres 20 pies	12-17	8: II 9: III 3: IV	17, 2º meta 3, 3º meta	Osteotomía de Weil modificada	-	Grado de satisfacción del paciente: 4 reportaron buenos resultados y 16 excelentes resultados Resultados radiológicos: Restauración de la cabeza metatarsal. AOFAS - Postoperatorio: 96,8

Edmondson MC et al (2011)	13 mujeres 4 hombres 17 pies	22-68	7: II 6: III 3: IV 1: V	11, 2º meta 7, 3º meta	Osteotomía de Weil modificada	Falta de unión ósea: 1	AOFAS - Preoperatorio: 51,6 - Postoperatorio: 87,6
Lee HJ et al (2013)	12 mujeres 1 hombre 13 pies	12-68	3: II 3: III 6: IV 1: V	12, 2º meta 1, 3º meta	Osteotomía de Weil modificada	-	Resultados radiológicos: Acortamiento medio de 1,3mm. Unión ósea con promedio de 7 semanas. Movilidad AMF (flexión dorsal/flexión plantar) - Preoperatorio: 29,6/18,8 - Postoperatorio: 43,8/13,07 VAS - Preoperatorio: 7,5 - Postoperatorio: 1 AOFAS - Postoperatorio: 92,2
Ikoma K et al (2014)	9 mujeres 4 hombres 13 pies	13-72	3: III 5: IV 5: V	13, 2º meta	Osteotomía de Weil modificada	Retraso cicatrización: 1	Resultados radiológicos: Acortamiento promedio de la cabeza del metatarsiano de 2,07mm. Unión ósea con promedio de 8,4 semanas. Movilidad AMF (flexión dorsal/flexión plantar) - Preoperatorio: 37,2/16,0 - Postoperatorio: 73,6/19,5 VAS - Preoperatorio: 7,5 - Postoperatorio: 0,4 JSSF - Preoperatorio: 67,3 - Postoperatorio: 98,8

Erdil M et al (2013)	8 mujeres 6 hombres 14 pies	16-53	Estadios IV y V	14, 2º meta	Desbridamiento y remodelación metatarsal	-	Movilidad AMF: Aumentó una media de 27 grados. SF-36 - Preoperatorio: 28,9 - Postoperatorio: 45,6 AOFAS - Preoperatorio: 46,8 - Postoperatorio: 76,2
Viladot A et al (2018)	10 mujeres 5 hombres 16 pies	16-71	1: III 7: IV 8: V	12, 2º meta 4, 3º meta	Desbridamiento y técnica de microfractura	Rigidez: 3	Grado de satisfacción del paciente: 3 satisfechos y 13 muy satisfechos. Movilidad AMF - Preoperatorio: 28 - Postoperatorio: 49 VAS - Preoperatorio: 5,5 - Postoperatorio: 1 AOFAS - Preoperatorio: 46,7 - Postoperatorio: 83,2
Miyamoto W et al (2015)	13 mujeres 13 pies	10-38	6: III 7: IV	8, 2º meta 5, 3º meta	Trasplante autólogo osteocondral	Derrame articular, rodilla donante: 1	Estudio radiológico/RM: Consolidación del autoinjerto trasplantado y la superficie articular de la cabeza del metatarsiano. No se observaron cambios artrósicos. Movilidad AMF (flexión dorsal/flexión plantar) - Preoperatorio: 27,3/18,1 - Postoperatorio: 50,4/26,9 VAS - Preoperatorio: 7,2 - Postoperatorio: 0,7 AOFAS - Preoperatorio: 66,9 - Postoperatorio: 93,0

Tsuda E et al (2011)	1 niña 2 niños 3 pies	13-14	1: III 2: IV	1, 2º meta 2, 3º meta	Trasplante autólogo osteocondral	-	Regreso a las actividades deportivas: 3 (tiempo medio 11,3 meses) Estudio radiológico/RM: Consolidación con tiempo medio de 1 mes del autoinjerto trasplantado y la superficie articular de la cabeza del metatarsiano. No se observaron cambios artrósicos. AOFAS - Preoperatorio: 70,6 - Postoperatorio: 98,3
Ishimatsu T et al (2017)	9 niñas 1 niño 10 pies	13-17	3: II 5: III 2: IV	7, 2º meta 2, 3º meta 1, 4º meta	Trasplante autólogo osteocondral	Dolor articular, rodilla donante: 2	Regreso a las actividades deportivas: 10 (tiempo medio 3,5 meses) Estudio radiológico/RM: Consolidación del autoinjerto trasplantado y la superficie articular de la cabeza del metatarsiano. No se observaron cambios artrósicos. Movilidad AMF (flexión dorsal/flexión plantar) - Preoperatorio: 32,0/15,0 - Postoperatorio: 57,0/23,5 JSSF - Preoperatorio: 72,1 - Postoperatorio: 95,5

Tabla 2: Técnicas quirúrgicas para la enfermedad de Freiberg

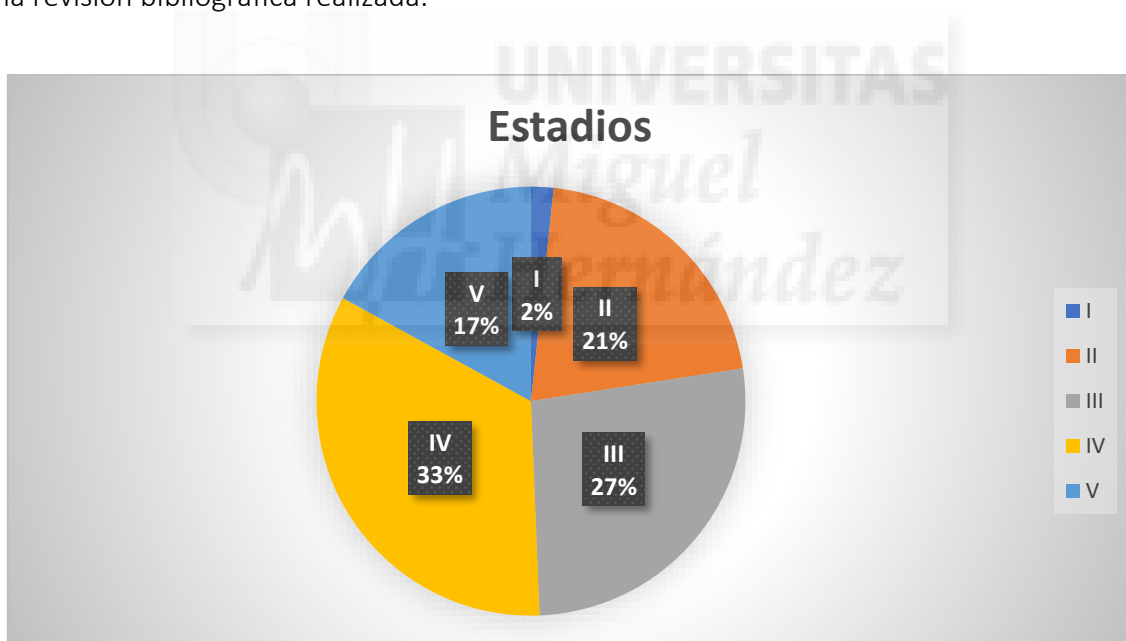
Técnica quirúrgica	Pacientes	Edad media	Estadio	Metatarsiano afectado	Complicaciones
Osteotomía de Weil modificada	154	35,64	2,58%: I 29,68%: II 29,03%: III 28,39%: IV 10,32%: V	11,61%: 3º meta 88,39%: 2º meta	8,39%
Desbridamiento	35	38,65	4,55%: III 45,45%: IV 50%: V	13,33: 3º meta 86,67%: 2º meta	11,11%
Artroplastia de interposición modificada	25	52,6	20%: III 32%: V 48%: IV	8%: 3º meta 92%: 2º meta	8%
Trasplante autólogo osteocondral	26	15,06	11,54%: II 46,15%: III 42,31%: IV	3,85%: 4º meta 34,62%: 3º meta 61,54%: 2º meta	11,54%
Osteotomía dorsal en media luna	8	-	37,5%: IV 63,5%: V	-	0%

Tabla 3: Resultados de la revisión bibliográfica

ESTADIO	PACIENTES	INCIDENCIA
I	4	1,70%
II	49	20,85%
III	63	26,81%
IV	79	33,62%
V	40	17,02%
Total	235	100%

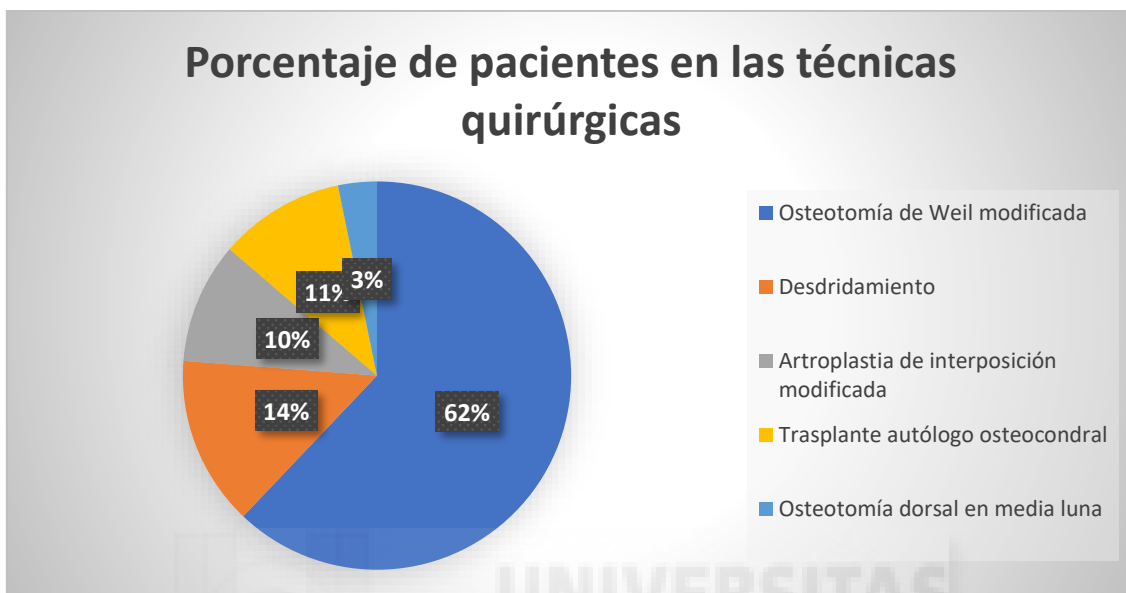
Tabla 4: Porcentaje de pacientes en cada estadio

En la siguiente gráfica, se muestran los estadios en los que se encuentra la patología en la revisión bibliográfica realizada.



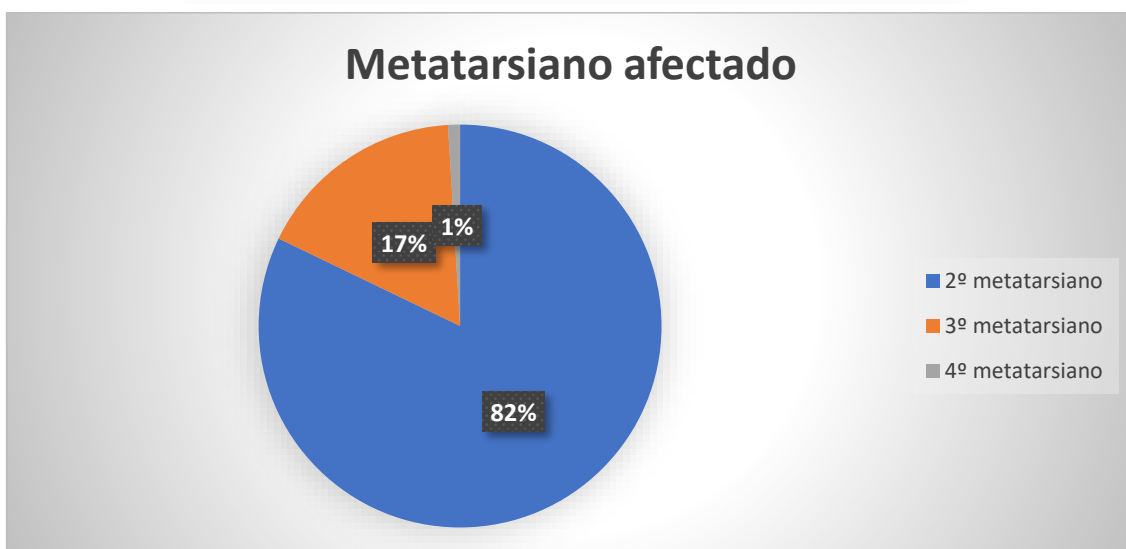
Gráfica 1

En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje en el que se utiliza cada técnica en la investigación realizada.



Gráfica 2

En esta última gráfica se muestra la incidencia en la que la patología de Freiberg afecta a los diferentes metatarsianos.



Gráfica 3

Resultados	Movilidad AMF	VAS	AOFAS	JSSF	SF-36	MOXFQ
Osteotomía de Weil modificada	Preoperatorio 45,26	Preoperatorio 7,38	Preoperatorio 58,73	Preoperatorio 67,3	-	-
	Postoperatorio 63,35	Postoperatorio 1,22	Postoperatorio 82,94	Postoperatorio 98,8		
	Mejoría 18,09	Mejoría 6,16	Mejoría 24,21	Mejoría 31,5		
	P >0,05	P <0,05	P <0,05			
Desbridamiento	Postoperatorio 28	Preoperatorio 5,5	Preoperatorio 53,27	-	Preoperatorio 28,9	-
	Postoperatorio 49	Postoperatorio 1	Postoperatorio 83,8		Postoperatorio 45,6	
	Mejoría 21	Mejoría 4,5	Mejoría 30,53		Mejoría 16,7	
			P <0,05			
Artroplastia de interposición modificada	-	Preoperatorio 6,2	Preoperatorio 45,6	-	-	Preoperatorio 60
		Postoperatorio 1,8	Postoperatorio 82,7			Postoperatorio 18,1
		Mejoría 4,4	Mejoría 37,1			Mejoría 41,9
Trasplante autólogo osteocondral	Preoperatorio 46,2	Preoperatorio 7,2	Preoperatorio 68,75	Preoperatorio 72,1	-	-
	Postoperatorio 78,9	Postoperatorio 0,7	Postoperatorio 95,65	Postoperatorio 95,5		
	Mejoría 32,7	Mejoría 6,5	Mejoría 26,9	Mejoría 23,4		
	P <0,05		P >0,05			
Osteotomía dorsal en media luna	-	-	Preoperatorio 55,8	-	-	-
			Postoperatorio 90,6			
			Mejoría 34,8			

Tabla 5: Eficacia de las diferentes técnicas quirúrgicas

Técnica quirúrgica	Pacientes	Grado satisfacción del paciente
Osteotomía de Weil modificada	50	12% buenos resultados 22% muy buenos resultados 66% excelentes resultados
Desbridamiento	16	18,75% buenos resultados 81,25% muy buenos resultados
Artroplastia de interposición modificada	-	-
Trasplante autólogo osteocondral	-	-
Osteotomía dorsal en media luna	-	-

Tabla 6: Porcentajes del grado de satisfacción del paciente

Limitaciones del estudio

- El tamaño muestral en cada serie de casos es reducido.
- Casos incompletos. Falta de valoración preoperatoria en las escalas de medición por parte de los pacientes en algunos de los estudios y, también, del grado de satisfacción de los pacientes, los cuales no han sido incluidos en la tabla cinco y seis. Un artículo no cuantifica los sujetos a la hora de clasificarlos según los estadios de Smillie, por lo tanto, no se incluye a la hora de identificar qué porcentaje de pacientes pertenece a cada estadio.
- Tras la falta de valoración preoperatoria por parte de los pacientes, no se calcula el p valor en algunas de las escalas de medición por escasez de datos.
- En todos los artículos, la evaluación de los resultados es a medio plazo, salvo en dos únicos artículos que sí realiza dicha evaluación a largo plazo.

8. DISCUSIÓN

En lo referente a la incidencia de la enfermedad de Freiberg todos los autores coinciden que la afectación más común es el segundo metatarsiano, al igual que en nuestro estudio. Sin embargo, Tsuda E et al¹⁴ difiere dichos resultados puesto que muestra mayor incidencia de afectación en la tercera cabeza metatarsal. Este resultado puede explicarse puesto que tiene únicamente 3 pacientes en su estudio.

En cuanto al tratamiento, muchos de los autores coinciden que en estadios iniciales se pauta tratamiento conservador, mientras que la intervención quirúrgica se valora en los pacientes que se encuentran en un estadio avanzado y no responden a la primera opción de tratamiento. En nuestro estudio, los pacientes sometidos a tratamiento conservador no mejoran, por lo que se someten a cirugía. Autores como Kilic A et al²² consideran que en las primeras etapas del estadio I y II de la clasificación de Smillie, el tratamiento debe ser conservador, mientras que el tratamiento quirúrgico es reservado para las etapas III, IV y V. En nuestros resultados, se aplican técnicas quirúrgicas en todos los estadios de la enfermedad, pero coincidimos con la afirmación de Kilic A et al²² puesto que el 77% de los pacientes se encontraban en los estadios III, IV y V.

Pese al número de técnicas quirúrgicas descritas para la enfermedad de Freiberg, en nuestro estudio hemos comprobado las empleadas en la actualidad. La osteotomía de Weil modificada se emplea en un 62%, mientras que un 14% desbridamiento, 11% artroplastia de interposición modificada, 10% trasplante autólogo osteocondral y 3% osteotomía dorsal en media luna. La osteotomía de Weil es una técnica muy extendida y conocida por todos los cirujanos del pie de todo el mundo para tratar la patología de los metatarsianos menores, de modo que puede justificar su porcentaje de utilización a la

hora de tratar la enfermedad de Freiberg. El trasplante autólogo osteocondral es un cirugía más compleja, menos conocida y limitada en pacientes, ya que se emplea en adolescentes.

El grado de satisfacción obtenido por los pacientes muestra que la osteotomía de Weil modificada tiene resultados excelentes en el 66% de los casos de nuestra investigación, coincidiendo con los resultados de Helix-Giordanino M et al³. Sin embargo, Bruno S. Pereira⁷ obtiene un resultado superior. A diferencia del resto, no obtuvimos datos o eran puntuaciones inferiores, como en el caso de la técnica quirúrgica de desbridamiento.

En cuanto al dolor en el tratamiento quirúrgico, el trasplante autólogo osteocondral, consigue una mejoría de 6,5 puntos, pero no es un resultado estadísticamente significativo. La osteotomía de Weil modificada obtiene la segunda mejor puntuación, 6,16 puntos, siendo en este caso un valor estadísticamente significativo.

El mayor porcentaje de complicaciones lo encontramos en el trasplante autólogo osteocondral, al tener un sitio donante, es previsible dichos resultados. Por otro lado, el menor porcentaje de complicaciones lo obtienen la osteotomía de Weil modificada y la artroplastia de interposición. De dichas técnicas quirúrgicas, la osteotomía de Weil cuenta con un mayor número de paciente a diferencia de la artroplastia de interposición, por lo tanto, sus resultados deben tenerse en mayor consideración.

En la puntuación de calidad de vida del paciente, con la osteotomía de Weil modificada hemos obtenido una puntuación de mejoría de 31,5 puntos, siendo estadísticamente significativo. Las otras dos técnicas que se evalúan son el trasplante autólogo osteocondral y el desbridamiento, obteniendo una puntuación inferior.

Las técnicas quirúrgicas que han obtenido mejoría estadísticamente significativa en la funcionalidad son la técnica de desbridamiento, cuyo porcentaje de mejora es 30,53 puntos, y la osteotomía de Weil modificada cuyo porcentaje de mejoría es 24,21 puntos. Siendo resultados muy similares.

La mejor puntuación en la movilidad de la articulación metatarsofalángica se ha obtenido en el trasplante autólogo osteocondral con una puntuación de 32,7 puntos, presentando diferencias estadísticamente significativas, a diferencia de las otras técnicas.

A excepción de un estudio, todos coinciden que ninguna técnica quirúrgica es considerada como la “técnica estrella”. Helix-Giordanino et al³ muestra como tratamiento quirúrgico “gold standard” para la enfermedad de Freiberg la osteotomía dorsiflexora con resección en cuña, conocida como osteotomía de Weil modificada. A pesar de esto, remiten que debe haber más comparaciones de datos con otros estudios. Con nuestros resultados, incluso presentando datos esperanzadores en el trasplante autólogo osteocondral y el desbridamiento, no se puede hacer una recomendación sobre un uso de estas técnicas hasta que se disponga de más investigación. Podemos confirmar que la osteotomía de Weil modificada es actualmente la técnica que evidencia una mejor tasa de éxito, la cual presenta el mayor número de estudios.

9. CONCLUSIÓN

Objetivo principal

- La técnica quirúrgica que evidencia una mejor tasa de éxito para poder ser recomendada como uso sistemático es la osteotomía de Weil.

Objetivos secundarios

- Las técnicas quirúrgicas empleadas para la enfermedad de Freiberg son la artroplastia de interposición modificada, desbridamiento, osteotomía dorsal en semiluna, osteotomía de Weil modificada y trasplante autólogo osteocondral.
- En el estadio I el porcentaje de pacientes que requiere tratamiento quirúrgico no supera el 2%, a diferencia del resto de estadios cuya incidencia del tratamiento quirúrgico es mucho mayor.
- El 2º metatarsiano presenta mayor incidencia de afectación respecto al resto, con un porcentaje mayor del 82% de los casos.
- El trasplante autólogo osteocondral presenta más complicaciones que el resto de las técnicas quirúrgicas, con un porcentaje de 11,54%.
- La osteotomía de Weil modificada presenta la mayor mejoría en el grado de satisfacción del paciente, presentando un 66% de excelentes resultados.

- El trasplante autólogo y la osteotomía de Weil modificada consiguen los mejores resultados en cuanto a la mejoría del dolor, pero dicha osteotomía está estudiada en un mayor número de casos.
- El trasplante autólogo osteocondral consigue el mejor resultado respecto al aumento de la movilidad.
- El mejor resultado en la valoración de la funcionalidad se consigue con la técnica de desbridamiento.



10. BIBLIOGRAFÍA

1. Ashman CJ, Klecker RJ, Yu JS. Forefoot pain involving the metatarsal region: differential diagnosis with MR imaging. *Radiographics*. 2001 Nov-Dec;21(6):1425-40. Review.
2. Abdul W, Hickey B, Perera A. Functional Outcomes of Local Pedicle Graft Interpositional Arthroplasty in Adults With Severe Freiberg's Disease. *Foot Ankle Int*. 2018 Nov;39(11):1290-1300.
3. Helix-Giordanino M, Randier E, Frey S, Piclet B; French association of foot surgery (AFCP). Treatment of Freiberg's disease by Gauthier's dorsal cuneiform osteotomy: Retrospective study of 30 cases. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015 Oct;101(6 Suppl):S221-5.
4. Lee HS, Kim YC, Choi JH, Chung JW. Weil and Dorsal Closing Wedge Osteotomy for Freiberg's Disease. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2016 Mar;106(2):100-8.
5. Miyamoto W, Takao M, Miki S, Kawano H. Midterm clinical results of osteochondral autograft transplantation for advanced stage Freiberg disease. *Int Orthop*. 2016 May;40(5):959-64.
6. Smillie IS. Treatment of Freiberg's infraction. *Proc R Soc Med*. 1967 Jan;60(1):29-31.
7. Pereira BS, Frada T, Freitas D, Varanda P, Vieira-Silva M, Oliva XM, Duarte RM. Long-term Follow-up of Dorsal Wedge Osteotomy for Pediatric Freiberg Disease. *Foot Ankle Int*. 2016 Jan;37(1):90-5.

8. DeVries JG, Amiot RA, Cummings P, Sockrider N. Freiberg's infraction of the second metatarsal treated with autologous osteochondral transplantation and external fixation. *J Foot Ankle Surg.* 2008 Nov-Dec;47(6):565-70.
9. Liao CY, Lin AC, Lin CY, Chao TK, Lu TC, Lee HM. Interpositional arthroplasty with palmaris longus tendon graft for osteonecrosis of the second metatarsal head: a case report. *J Foot Ankle Surg.* 2015 Mar-Apr;54(2):237-41.
10. Talusan PG, Diaz-Collado PJ, Reach JS Jr. Freiberg's infraction: diagnosis and treatment. *Foot Ankle Spec.* 2014 Feb;7(1):52-6.
11. Wax A, Leland R. Freiberg Disease and Avascular Necrosis of the Metatarsal Heads. *Foot Ankle Clin.* 2019 Mar;24(1):69-82.
12. Kim J, Choi WJ, Park YJ, Lee JW. Modified Weil osteotomy for the treatment of Freiberg's disease. *Clin Orthop Surg.* 2012 Dec;4(4):300-6.
13. Lee HJ, Kim JW, Min WK. Operative treatment of Freiberg disease using extra-articular dorsal closing-wedge osteotomy: technical tip and clinical outcomes in 13 patients. *Foot Ankle Int.* 2013 Jan;34(1):111-6.
14. Tsuda E, Ishibashi Y, Yamamoto Y, Maeda S, Kimura Y, Sato H. Osteochondral autograft transplantation for advanced stage Freiberg disease in adolescent athletes: a report of 3 cases and surgical procedures. *Am J Sports Med.* 2011 Nov;39(11):2470-5.
15. Ishimatsu T, Yoshimura I, Kanazawa K, Hagio T, Yamamoto T. Return to sporting activity after osteochondral autograft transplantation for Freiberg disease in young athletes. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2017 Jul;137(7):959-965.

16. Ikoma K, Maki M, Kido M, Imai K, Arai Y, Fujiwara H, Mikami Y, Kubo T. Extra-articular dorsal closing-wedge osteotomy to treat late-stage Freiberg disease using polyblend sutures: technical tips and clinical results. *Int Orthop*. 2014 Jul;38(7):1401-5.
17. Edmondson MC, Sherry KR, Afolayan J, Armitage AR, Skyrme AD. Case series of 17 modified Weil's osteotomies for Freiberg's and Köhler's II AVN, with AOFAS scoring pre- and post-operatively. *Foot Ankle Surg*. 2011 Mar;17(1):19-24.
18. Erdil M, Imren Y, Bilsel K, Erzincanli A, Bülbül M, Tuncay I. Joint debridement and metatarsal remodeling in Freiberg's infraction. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2013 May-Jun;103(3):185-90.
19. Al-Ashhab ME, Kandel WA, Rizk AS. A simple surgical technique for treatment of Freiberg's disease. *Foot (Edinb)*. 2013 Mar;23(1):29-33.
20. Viladot A, Sodano L, Marcellini L. Joint debridement and microfracture for treatment late-stage Freiberg-Kohler's disease: Long-term follow-up study. *Foot Ankle Surg*. 2018 Feb 27. pii: S1268-7731(18)30041-9.
21. Ciloglu O, Kalkan T, Dursun M, Cicek H, Seyfettinoglu F, Tuhanioglu Umit. Extra-articular dorsal closing-wedge osteotomy in the treatment of latestage Freiberg disease: clinical outcomes. *Cukurova Medical Journal* 2017;42(3):507-512.
22. Kilic A, Cepni KS, Aybar A, Polat H, May C, Parmaksizoglu AS. A comperative study between two different surgical techniques in the treatment of late-stage Freiberg's disease. *Foot Ankle Surg*. 2013 Dec;19(4):234-8.

