



**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**  
**Facultad de Medicina**

**Departamento de Patología y Cirugía**  
**Área de Traumatología y Ortopedia**

**TESIS DOCTORAL**

**HALLUX RIGIDUS. FACTORES PREDICTIVOS DE LA  
OSTEOTOMÍA DORSIFLEXORA DE LA FALANGE PROXIMAL**

**Adolfo Pérez Aznar**

**Elche, 2014**





**Facultad de Medicina  
Departamento de Patología y Cirugía  
Área de Traumatología y Ortopedia**

## **TESIS DOCTORAL**

### **HALLUX RIGIDUS. FACTORES PREDICTIVOS DE LA OSTEOTOMÍA DORSIFLEXORA DE LA FALANGE PROXIMAL**

Realizada por  
**Adolfo Pérez Aznar**

Directores de la Tesis

**Dr. D. Alejandro Lizaur Utrilla**

Doctor en Medicina y Cirugía

Jefe del Servicio de COT del Hospital General Universitario de Elda

**Prof. Dr. D. Fernando A. López Prats**

Catedrático de Cirugía Ortopédica y Traumatología

Jefe del Servicio de COT del Hospital General Universitario de Elche

**Elche, 2014**



**Don Alejandro Lizaur Utrilla**, Doctor en Medicina y Cirugía y Jefe del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital General Universitario de Elda,

Y

**Don Fernando Anacleto López Prats**, Catedrático de Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Universidad Miguel Hernández de Elche y Jefe del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital General Universitario de Elche,

**CERTIFICAN:**

Que el presente trabajo titulado, **Hallux rigidus: factores predictivos en la osteotomía dorsiflexora de la falange proximal**, realizado bajo nuestra co-dirección por el licenciado don Adolfo Pérez Aznar, reúne todos los requisitos científicos y formales para proceder a su lectura y defensa como Tesis Doctoral, para optar al grado de Doctor en Medicina.

Y para que conste a todos los efectos oportunos, y a petición del interesado, firmamos el presente certificado en Alicante, a .....de ..... de 2014.

Fdo.: Dr. Alejandro Lizaur Utrilla

Fdo.: Prof. Dr. Fernando A. López Prats



## **Dedicatoria**

A mis padres, por su constancia y apoyo infinito, no sería nada sin vosotros. A ti especialmente, padre, te dedico esta tesis que me hubiera gustado que oyeras en persona. Desde aquí para el cielo, esto es para ti.





## **Agradecimientos**

A mi Jefe de servicio y a la vez amigo, creo que no se puede pedir mas de una persona para realizar un sueño. Siempre espero no fallarte,

A los compañeros que con su paciencia y tolerancia de mis fallos y mis malhumores, han hecho posible esta tesis.

Al Dr. López Prats, por su ayuda desinteresada, por sus comentarios y precisiones para centrar lo que era un tema no siempre tan claro.

A mi Amigo Néstor, que fue el primero en ver en mi un posible Doctor y me animó siempre en el terreno de la patología del Pie que tanto me apasiona.





# ÍNDICE

<b>I. RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>III. PARTE DOCTRINAL .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. EL PRIMER RADIO DEL PIE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.1. DESARROLLO DEL PIE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1.2. MORFOLOGÍA DEL PRIMER RADIO DEL PIE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.3. BIOMECÁNICA .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2. EL HALLUX RIGIDUS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.1. ETIOPATOGENIA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.2. FISIOPATOLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.3. EPIDEMIOLOGÍA .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.4. DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.5. CLASIFICACIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.6. INDICACIONES Y MÉTODOS DE TRATAMIENTO .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.7. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DE MOBERG .....</b>	<b>31</b>
<b>IV. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIOS .....</b>	<b>39</b>
<b>V. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
<b>5.1. DISEÑO Y ÉTICA DEL ESTUDIO.....</b>	<b>41</b>
<b>5.2. POTENCIA ESTADÍSTICA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>42</b>
<b>5.3. SELECCIÓN DE LA COHORTE DE ESTUDIO.....</b>	<b>42</b>
<b>5.4. INTERVENCIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>5.5. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO .....</b>	<b>45</b>
<b>5.6. VARIABLES DE ESTUDIO .....</b>	<b>45</b>
<b>5.6.1. VARIABLES PRIMARIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>5.6.2. VARIABLES SECUNDARIAS .....</b>	<b>46</b>
<b>5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>	<b>54</b>

<b>VI. RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
<b>6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES.....</b>	<b>55</b>
<b>6.2. RESULTADOS FUNCIONALES Y SUBJETIVOS.....</b>	<b>57</b>
<b>6.3. TAMAÑO DE LA CUÑA DE OSTEOTOMÍA .....</b>	<b>64</b>
<b>6.4. RESULTADOS RADIOGRÁFICOS.....</b>	<b>67</b>
<b>6.5. COMPLICACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>VII. DISCUSIÓN .....</b>	<b>75</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>85</b>



# I. RESUMEN

**Antecedentes:** La prevalencia de hallux rigidus es relativamente escasa. Se han descrito diversos tratamientos, pero actualmente no existe consenso al respecto. El objetivo de este estudio fue evaluar los resultados clínicos y radiográficos de la osteotomía falángica proximal dorsiflexora para el tratamiento del hallux rigidus moderado, e identificar los posibles factores que influyan en dichos resultados.

**Material y Métodos:** Serie prospectiva de 42 pies, en 40 pacientes activos consecutivos, con edad media de 55 años (rango 41-65). Evaluación clínica mediante la escala AOFAS, del dolor mediante escala analógica visual, del rango de movilidad metatarsfalángica y del grado de satisfacción del paciente. Evaluación radiográfica sistematizada y de mediciones lineales y angulares, de acuerdo a los criterios AOFAS.

**Resultados:** El seguimiento postoperatorio medio fue de 2,7 años (rango, 2-3,8). La valoración AOFAS se incrementó, del pre al postoperatorio, desde 51,7 a 88,8 puntos ( $p= 0.001$ ), y el dolor disminuyó de 7,6 a 1,9 ( $p= 0.001$ ). Los resultados funcionales fueron buenos o excelentes en 34 pies (80,9%). Todos los pacientes retornaron a sus actividades previas. La satisfacción con la cirugía fue buena o excelente en 39 pacientes (92,8%). La dorsiflexión metatarsfalángica (MTF) se incrementó de 20,3° a 55,7° ( $p= 0.001$ ). Radiográficamente, el espacio articular MTF se incrementó de 2,2 a 2,3 mm ( $p= 0.001$ ). No se observó variación en las medidas radiográficas del pie, con excepción de la angulación anatómica en dorsiflexión de la falange proximal. La anchura media de la osteotomía fue de 3,5 mm (rango 2,2-5.0), con correlación respecto al AOFAS ( $p= 0,006$ ) y al dolor ( $p= 0,001$ ).

**Conclusión:** La osteotomía dorsiflexora de la falange es una técnica fiable y reproducible, con resultado beneficioso respecto a la función y el dolor. El tamaño idóneo de la osteotomía es de 3 a 4 mm.



## II. INTRODUCCIÓN

El hallux rigidus puede definirse como una enfermedad de etiología aún no esclarecida, que produce una sobrecarga de la articulación metatarsfalángica del primer dedo del pie y con evolución natural a la artrosis. Se caracteriza en los estadios iniciales por dolor local, deformidad y progresiva restricción de la dorsiflexión pero manteniéndose inicialmente la flexión plantar. Por afectar al pie, tanto en actitud estática como dinámica, aún siendo una pequeña articulación puede provocar gran discomfort y severos trastornos en la marcha. En un estudio comparativo con el hallux valgus<sup>42</sup>, se comprobó que si bien ambos alteraban significativamente el estado de salud, el hallux rigidus tenía un mayor impacto negativo sobre el dolor y la función.

Su etiopatogenia no es aún bien conocida, aunque preferentemente se inicia en personas jóvenes o de mediana edad y tiene una historia natural en fases evolutivas con progresivo deterioro que culmina con la destrucción de la articulación metatarsfalángica<sup>4</sup>. Si bien en los estadios avanzados o secuela de la enfermedad existe consenso respecto a las técnicas a utilizar<sup>119</sup>, preferentemente la artrodesis, la artroplastia de resección o de interposición y todavía en evaluación de resultados la prótesis articular, no es así en los grados leves y moderados de la enfermedad donde existe una franca discrepancia<sup>63</sup> entre numerosas técnicas descritas. El tratamiento quirúrgico en estas fases iniciales parece conveniente para intentar detener el progresivo deterioro articular, siendo las técnicas más utilizadas la queilectomía, las osteotomías del primer metatarsiano y la osteotomía de falange proximal. La queilectomía aislada es solo paliativa y se ha comprobado que no detiene el deterioro articular<sup>20</sup>. Las osteotomías metatarsianas<sup>66</sup> están basadas en teorías etiopatogénicas, como el metatarsus elevatus, que o no han sido comprobadas o han sido rechazadas, pero además parecen alterar la biomecánica de todo el primer radio del pie y producen metatarsalgias por transferencia. La osteotomía en cuña dorsiflexora de la falange

proximal del hallux, difundida por Moberg<sup>85</sup>, es una técnica extra-articular que sin acortar el metatarsiano ni modificar el comportamiento biomecánico de la articulación metatarsofalángica parece que favorece su movilidad y facilita la fase propulsiva de la marcha, no produciendo sobrecarga sobre dicha articulación<sup>48</sup>.

A pesar de la prevalencia del proceso, son muy escasos los estudios con estas técnicas quirúrgicas en estadios iniciales<sup>126</sup>, siendo la mayoría de muy pequeñas series y no reuniendo las necesarias condiciones de calidad para aportar una razonable evidencia médica<sup>96</sup>. Los escasos trabajos sobre la osteotomía falángica son casi todos retrospectivos y con resultados dispares<sup>33,67,104,116</sup>.

## 2.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El hallux rigidus fue descrito por primera vez en 1887 por el inglés Davies-Colley<sup>32</sup>, denominándolo "hallux flexus" al describir la entidad como actitud en flexión de la falange proximal asociado a inflamación y rigidez de la primera articulación metatarsofalángica. Cuatro meses después otro cirujano inglés, Cotterill<sup>22</sup>, propuso el término de "hallux rigidus" para describir la misma entidad, a la que añadió el dolor y la limitación de la dorsiflexión pasiva.

A lo largo del tiempo se han propuesto otras denominaciones, todas con poco éxito. En 1895, los norteamericanos Walsham y Hughes<sup>121</sup> lo llamaron "hallux dolorosus" y en 1937 otro americano, Hiss<sup>54</sup>, "hallux limitus", término que más tarde sería popularizado por su compatriota Harrison<sup>50</sup>. En 1938, el inglés Lambrinudi<sup>72</sup> acuñó el término "metatarsus primus elevatus" o "metatarsus elevatus", al considerar los aspectos biomecánicos de la enfermedad y referirse a la elevación del primer radio en los casos severos. En 1940, el americano Lapidus<sup>73</sup> lo denominó "dorsal bunion" o "juanete dorsal" para indicar la inflamación y prominencia en el dorso de la articulación. En 1984, el americano Rzonca<sup>100</sup> propuso "hallux equinus" al describirlo como una flexión fija de la articulación donde la falange proximal adoptaba actitud en flexión plantar con imposibilidad de flexión dorsal. Actualmente la denominación predominante es la de "hallux rigidus". Algunos autores<sup>50</sup> han querido hacer una distinción entre este término,

referido a la deformidad estructurada con pérdida de la movilidad, y el de “hallux limitus” como una entidad funcional caracterizada por movilidad limitada pero sin apreciables alteraciones morfológicas, pero no existen evidencias que justifiquen dicha distinción<sup>8</sup>.

Respecto a su etiología y patogenia han surgido diversas teorías, ninguna de las cuales ha sido comprobada hasta el momento. Existe un total desacuerdo incluso en los factores demográficos<sup>31</sup>. Numerosas causas se han sugerido, incluyendo<sup>109</sup> osteocondritis disecante, pie pronado, primer metatarsiano largo, metatarsiano elevado, cabeza metatarsal plana, hipermovilidad del primer radio, traumatismos, así como alteraciones metabólicas, artropatías inflamatorias, y un largo etcétera.

Drago et al<sup>34</sup>, en 1984, fueron los primeros en realizar una clasificación válida de esta enfermedad, con criterios clínicos y radiológicos que permitían avanzar en la pauta terapéutica y su pronóstico. Luego han surgido diversas clasificaciones, aunque las más aceptadas, además de la anterior, han sido las de Regnaud<sup>90</sup>, Hatstrup y Johnson<sup>51</sup>, y sobre todo la de Coughlin y Shurnas<sup>30</sup>.

Respecto al tratamiento, existe cierto consenso para el tratamiento de los estadios avanzados y secuelas, mediante artrodesis y actualmente refiriéndose los primeros resultados con prótesis articulares modernas<sup>15</sup>. Pero no así respecto al tratamiento de los estadios leves y moderados en los que hasta el momento no hay consenso ni unidad de criterios, describiéndose diversas técnicas, con sus variantes, de acuerdo a la hipótesis etiopatogénica propuesta por cada autor.

Davies-Colley<sup>32</sup> al describir el proceso propuso realizar una artroplastia de resección tipo Keller. Pero esta técnica era mutilante y no corregía la función normal de la articulación, por lo que Nilsson<sup>86</sup>, en 1930, propuso la queilectomía, o excisión de la exostosis dorsal y limpieza articular, la cual realizó en solo dos pacientes. En 1952, Bonney y Macnab<sup>14</sup> publicaron su experiencia realizada entre 1920 y 1950, no habiendo grandes variaciones técnicas hasta la actualidad. Su inconveniente radicaba en que los resultados satisfactorios eran a corto plazo, no deteniendo el progreso de la enfermedad. Ellos teorizaron, aunque sin realizarlo, que tal vez los resultados mejorasen si se realizase una osteotomía de la falange proximal. Hatstrup y Johnson<sup>51</sup> popularizaron la técnica de queilectomía en la época

contemporánea para casos leves.

En 1958, Kessel y Bonney<sup>65</sup>, publicaron la osteotomía dorsiflexora de la falange proximal, en cuña de cierre dorsal, con resultados muy satisfactorios en adolescentes. Ellos sugerían que el procedimiento creaba una transferencia funcional de plantarflexión a dorsiflexión en la articulación metatarsofalángica, acomodando mejor la falange a las necesidades de dorsiflexión. En 1979, Moberg<sup>85</sup> describió idéntica técnica en sujetos adultos, quedando su nombre como referencia de dicha técnica, proponiendo su utilización aislada o asociada a queilectomía. En 1987, Citron y Neil<sup>21</sup> publicaron buenos resultados de esta osteotomía de falange a largo plazo. No es hasta 1998, en que Blyth et al<sup>13</sup> publican los primeros casos con asociación de ambas técnicas, osteotomía de falange y queilectomía, siendo bien acogida por muchos autores actuales.

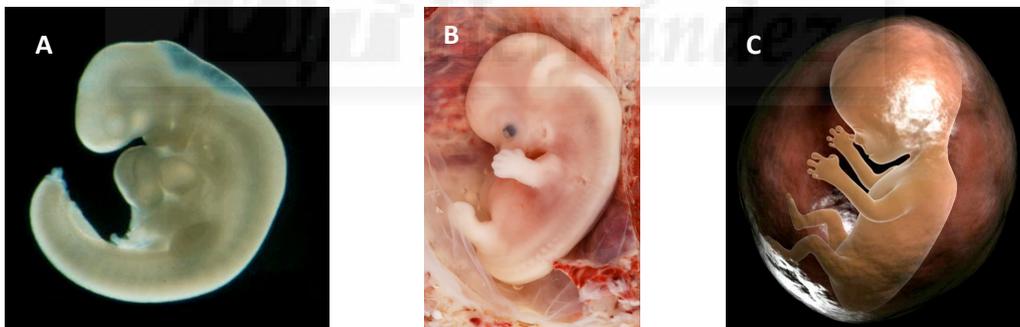
Retomando la teoría etiopatogénica de Lambriduni<sup>72</sup>, de sobreelevación del primer metatarsiano, se propusieron osteotomías de dicho hueso para descender su cabeza. Sus antecedentes técnicos se basaron en cirugías para el hallux valgus, como la osteotomía cervical del primer metatarsiano descrita por Hohmann<sup>55</sup> en 1924 y la osteotomía trapezoidal metafisaria del metatarsiano descrita en 1927 por Watermann<sup>122</sup>. Su objetivo era reorientar la cabeza metatarsal plantarmente de manera que, favoreciendo el apoyo de esta la cual debía recibir todos los esfuerzos en carga, se aliviaran las tensiones sobre la articulación propiamente dicha. Ha habido diversas variantes, pero no se populariza debido a que Coughlin y Shurnas<sup>31</sup> publican la observación de que en su serie con hallux rigidus un significativo número de pacientes no presentaban el primer metatarsiano anormalmente elevado, criticando además que el método de medición no era reproducible y que no ha podido ser determinado un criterio de normalidad<sup>9</sup>.

### III. PARTE DOCTRINAL

#### 3.1. EL PRIMER RADIO DEL PIE

##### 3.1.1. DESARROLLO DEL PIE

En relación al desarrollo embriológico del pie<sup>74</sup> (Fig. 1), en el estadio 16 (aproximadamente 42 días post-ovulación; 8-11 mm) el esbozo del miembro inferior comienza a emerger, para en el estadio 17 apreciarse el esbozo del pie como un disco redondeado, llamado placa pedia, cuya futura zona plantar se orienta cranealmente. En el estadio 18 (aprox. 44 días; 13-17 mm), el pie comienza su supinación mediante rotación de casi 90° y aparecen los primordios de los dedos cuya formación terminará en los estadios 20-21 (aprox. 52 días; 18-24 mm).



**Fig. 1.** Desarrollo embriológico y fetal. A) estadio 14 (31-35 días).  
B) estadio 18 (43-44 días). C) estadio 24 (58-59 días)

No es hasta el estadio 22 (18-24 mm) que todas las partes de los miembros son estructuralmente independientes. En esta fase comienza la condricificación de las estructuras óseas de proximal a distal, siendo las falanges las últimas y de ellas las del primer dedo. A los 53 días aprox. (estadio 23; 27-31 mm) termina el llamado período embrionario y comienza el fetal. El pie está totalmente diferenciado en todas sus partes y estructuras a la 8<sup>a</sup>-9<sup>a</sup> semanas (37 mm) y no es

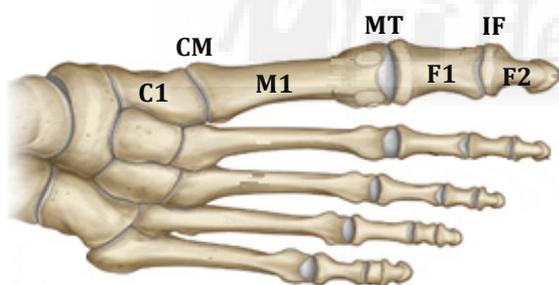
hasta el 3º mes de gestación en que se osifica el primer radio del pie, siendo sus falanges las primeras en hacerlo.

En esta última fecha continúan los cambios rotacionales del pie que se encontrarán en equino y supinación respecto a la pierna<sup>118</sup>. Posteriormente el pie realizará una dorsiflexión y pronación y en el estadio 24 (58-59 días aprox.), con el pie desarrollado, se produce la migración subastragalina del calcáneo que permite la pérdida de equinismo para adoptar el pie un aspecto muy parecido al definitivo.

### 3.1.2. MORFOLOGÍA DEL PRIMER RADIO DEL PIE

Se entiende por primer radio del pie la estructura funcional formada por la primera cuña articulada con el primer metatarsiano que a su vez de articula con la primera falange (o proximal) y esta con la segunda (o distal).

El primer metatarsiano es un hueso longitudinal corto y robusto (Figs. 2-4). En su porción proximal, base, tiene dos pequeños tubérculos, uno medial para la inserción del tendón tibial anterior (tibialis anterior) y el lateral donde se inserta el tendón peroneo largo (peroneus longus).



**Fig. 2.** Estructura ósea del pie. C1: primera cuña. M1: primer metatarsiano. F1: falange proximal. F2: falange distal. CM: articulación cuneometatarsiana. MTF: art. metatarsofalángica. IF: art. interfalángica



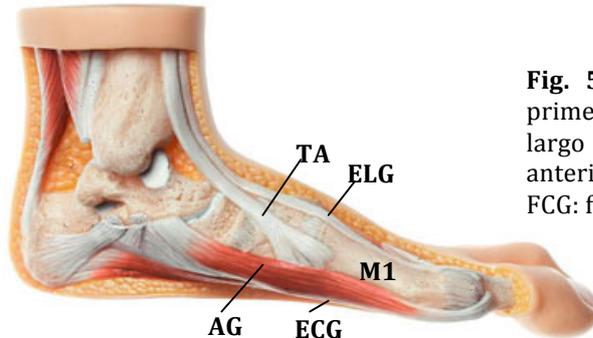
**Fig. 3.** Corte sagital del primer radio del pie



**Fig. 4.** Corte coronal del antepié a nivel de los sesamoideos

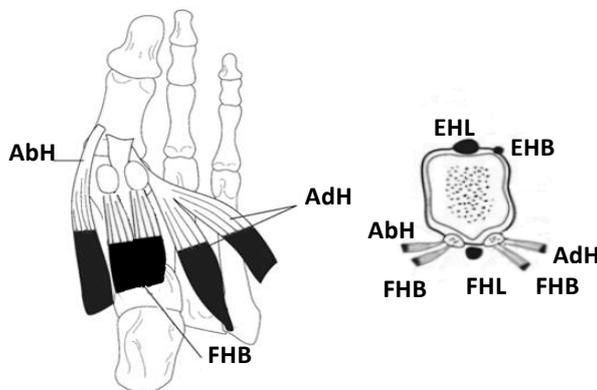
La porción distal, cabeza redondeada, se articula con la falange proximal y en su porción plantar tiene dos concavidades para articularse con los dos huesos sesamoideos. La articulación metatarsofalángica está mantenida, además de la

cápsula articular, por los dos ligamentos colaterales, medial y lateral. Los huesos sesamoideos, contenidos en el tendón flexor corto del dedo gordo (flexor hallucis brevis) están mantenidos al metatarsiano por los ligamentos sesamoideos. (Fig. 5).



**Fig. 5.** Vista medial del pie. M1: primer metatarsiano. ELG: extensor largo dedo gordo. TA: tibial anterior. AG: abductor dedo gordo. FCG: flexor corto dedo gordo

La falange proximal se articula con la distal. Dorsalmente, el tendón extensor corto del dedo gordo (extensor hallucis brevis) se inserta en la base de la falange proximal, y el extensor largo del dedo gordo (extensor hallucis longus) en la de la falange distal. Plantarmente (Fig. 6), el tendón flexor largo del dedo gordo (flexor hallucis longus) discurre por el centro del complejo sesamoideo para insertarse en la falange distal, mientras el corto (flexor hallucis brevis) se divide en dos cabezas que se insertan cada una en un sesamoideo. Medialmente, el tendón del abductor del dedo (abductor hallucis) se inserta en el sesamoideo medial y en la falange proximal. Lateralmente, el tendón del aductor del dedo (adductor hallucis) cruza transversalmente la planta para insertarse en el sesamoideo lateral y en la base de la falange proximal.



**Fig. 6.** Tendones plantares: AbH, Abductor hallucis. AdH, adductor hallucis. FHB, flexor hallucis brevis. FHL, flexor hallucis longus. EHB, extensor hallucis brevis. EHL, extensor hallucis longus.

### Articulación metatarsofalángica primera

La articulación metatarsofalángica (Fig. 7) es mantenida por diversas estructuras estáticas y dinámicas<sup>43</sup>. Entre los primeros está la congruencia geométrica de las superficies articular y la gruesa cápsula articular con sus ligamentos intrínsecos lateral y medial. Así mismo, la expansión de los ligamentos sesamoideos estabiliza plantarmente a los tendones extensores. Otra estabilización secundaria del antepié es proporcionada por la aponeurosis plantar, que se extiende desde el tubérculo del calcáneo hasta la base de la falange proximal, a modo de banda de tensión ante la carga o la marcha.

Como estabilizadores dinámicos se incluyen el músculo abductor hallucis cuya inserción tendinosa se une al aspecto medial del flexor hallucis brevis para insertarse medialmente en la base de la falange proximal, y las dos cabezas (transversa y oblicua) del adductor hallucis cuyas inserciones tendinosas se unen con la porción lateral del flexor hallucis brevis para insertarse lateralmente en la base de la falange proximal con un tendón común.

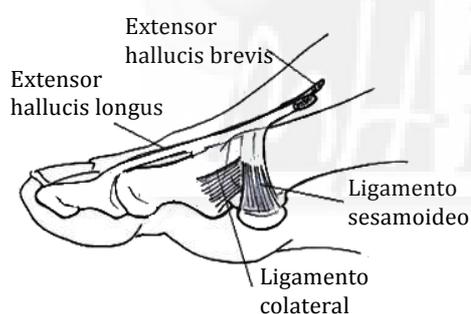


Fig. 7. Articulación metatarsofalángica.

### 3.1.3. BIOMECÁNICA

#### Cinemática

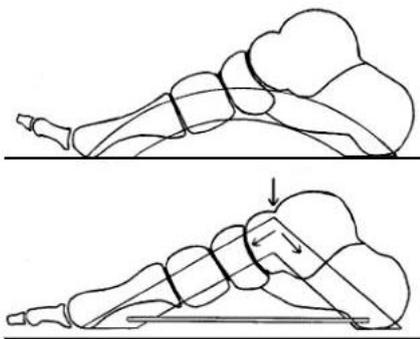
La articulación metatarsofalángica es una enartrosis, condilar glenoidea, y merced a la redondez de la cabeza metatarsal actúa como un acetábulo dinámico. Realiza movimientos activos de flexo-extensión en el plano sagital y pasivos de abducción-aducción en el coronal.

El rango normal de movimiento de la articulación está en discusión. Tomando como referencia el plano del suelo y el eje diafisario de la falange

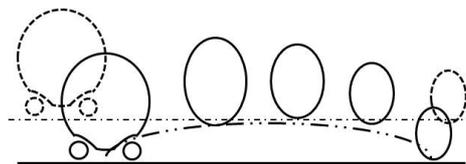
proximal, para unos<sup>106</sup> el rango de movimiento es de unos 80° (65° para la dorsiflexión y 15° para la plantarflexión) y para otros de 110° (dorsiflexión 75°, plantarflexión 35°). Tomando como posición neutra la de relajación del dedo (en ligera extensión de 16°), Wilkinson<sup>124</sup> encontró una dorsiflexión activa de 51° con un aumento de 22° pasivamente, y una plantarflexión de 16°, similares a las mediciones medias de Joseph<sup>62</sup> mediante estudio radiológico sobre sujetos sanos. Tomando como posición neutra la alineación de la falange proximal con el primer metatarsiano y como ejes de movimiento los longitudinales de ambos huesos, se encuentra que la dorsiflexión pasiva máxima es de 82°, a los que se deben restar 18° de dorsiflexión en la posición relajada de la falange, con lo que la dorsiflexión pasiva real es de 64°. Por convención<sup>52</sup>, se ha establecido que la dorsiflexión metatarsofalángica de 70°, respecto al eje del primer metatarsiano, es la mínima necesaria para el desarrollo normal de la fase propulsiva de la marcha.

### Cinética

El pie es una estructura tridimensional variable, esencial para la posición bípeda y pieza fundamental para la marcha humana. Estáticamente, el pie soporta la carga del peso del cuerpo (Fig. 8), la cual tras incidir sobre el astrágalo se distribuye fundamentalmente en dos vectores de fuerza, uno al calcáneo y otro a las cabezas de los metatarsianos, de los cuales el primero es el que recibe mayor carga. Esto es merced a la disposición arquitectural del pie en el que interseccionan dos arcos plantares, uno longitudinal medial y otro transverso anterior (Fig. 9).



**Fig. 8.** Arco longitudinal y distribución de la carga del peso del cuerpo en el pie



**Fig. 9.** Arco transverso a nivel de las cabezas metatarsales, en reposo (líneas continuas) y aplanado al extender los dedos (líneas discontinuas)

Dinámicamente, las funciones principales del pie son absorber los impactos contra el suelo y posibilitar la deambulación. La absorción de impactos en la marcha es realizada por las almohadillas grasas bajo las cabezas metatarsales y que al apoyarse el antepie al inicio de la fase propulsiva de la marcha el arco transversal se aplana, debido a la hiperextensión dorsal de los dedos, repartiendo la fuerza sobre todas las cabezas metatarsales.

Para entender la mecánica de la marcha se ha utilizado un modelo llamado “torno” o molinete (*windlass*, en inglés)<sup>118</sup>. El torno (Fig. 10) es un mecanismo de ingeniería utilizado desde hace cientos de años para elevar cargas pesadas, el cual convierte un movimiento rotatorio en un movimiento lineal. Esencialmente es una palanca de primer género, siendo su ventaja mecánica aproximadamente la longitud de la manivela dividida por el diámetro del rodillo. En el pie, la cabeza metatarsal actuaría como rodillo del torno, la cuerda sería la fascia plantar y el peso a elevar el calcáneo (Fig. 11).

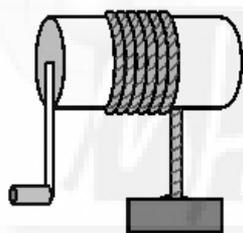


Fig. 10. Torno mecánico

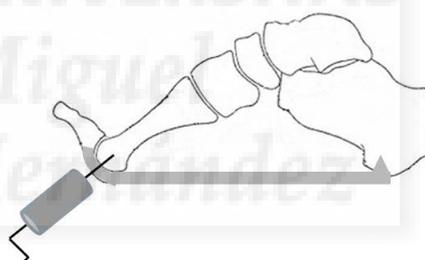
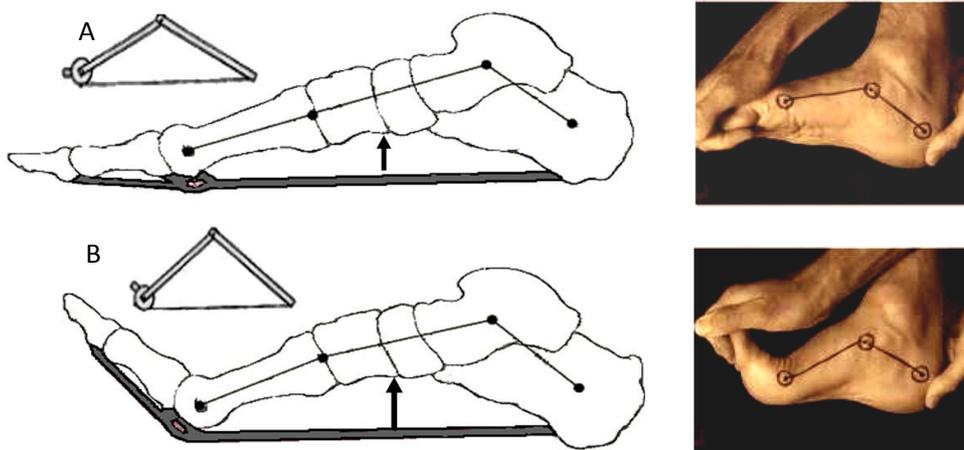


Fig. 11. Símil de torno en el pie

El mecanismo de torno se produce gracias a la acción coordinada de la musculatura, tendones, fascia plantar y arquitectura ósea del pie para mantener la altura del arco. Sin este mecanismo funcionando correctamente, el pie no se comportaría como una palanca eficiente y no se podría lograr la fuerza efectiva de propulsión o empuje en la marcha.

Visto lateralmente, el pie puede imaginarse como un triángulo articulado, cuya base sería la fascia plantar que simularía un cable de tensión enganchado al calcáneo y que girase alrededor de las cabezas de los metatarsianos, fundamentalmente del primero.



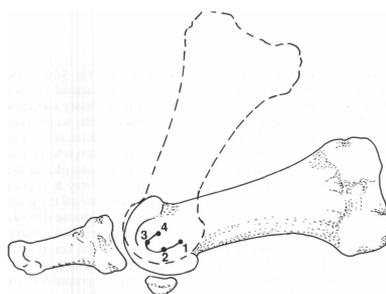
**Fig. 12.** Esquema del mecanismo de tornio en el pie. A) dedos en flexión, arco de menor altura. B) dedos en extensión, arco de mayor altura

Cuando los dedos se extienden (como en la fase propulsiva de la marcha) (Fig. 12B), la fascia plantar se “envuelve” alrededor de las cabezas metatarsales con lo que aumenta su tensión al acortarse y produce la elevación del arco longitudinal del pie; cuanto más se extienden los dedos, más se eleva el arco. Cuando los dedos se flexionan (Fig. 12A) se relaja la fascia plantar y disminuye la altura del arco longitudinal. Así, la altura del arco es controlada por el movimiento de los dedos del pie.

Durante la marcha normal el hallux soporta el doble de carga con relación a los dedos menores y fuerzas que alcanzan el 40% a 60% del peso corporal<sup>113</sup>. Durante la actividad atlética los picos de fuerzas pueden llegar a dos o tres veces el peso corporal en la carrera y las fuerzas se incrementan hasta ocho veces con el salto<sup>118</sup>. La dorsiflexión metatarsofalángica (Fig. 13) es crucial para mantener una apropiada función del pie mientras se inicia el despegue de la marcha. La movilidad en el plano sagital depende de una articulación sin trastornos entre la falange proximal, la cabeza metatarsiana y los sesamoideos. A medida que la falange proximal se extiende, los sesamoideos son desplazados distalmente y la porción más dorsal de la superficie articular de la cabeza metatarsiana soporta la mayor parte de la carga. En la Fig. 14 se representa que el eje de movimiento de la articulación metatarsofalángica tiene una cinética abierta moviéndose con un patrón casi semicircular al pasar de la plantarflexión a la dorsiflexión máximas<sup>59</sup>.

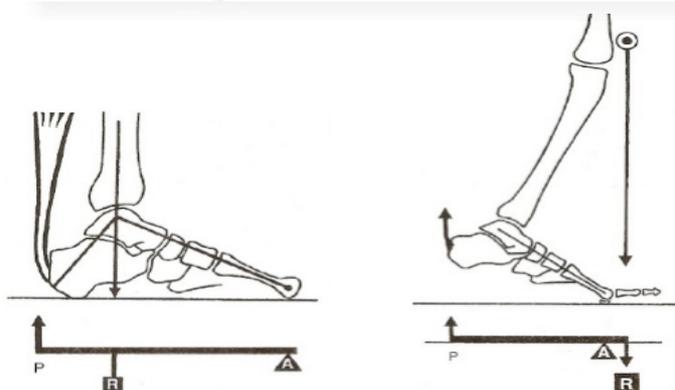


**Fig. 13.** Pie en dorsiflexión forzada, actitud de impulso en la marcha o estáticamente con tacón elevado



**Fig. 14.** Desplazamiento semicircular del eje de dorsiflexión en la cabeza metatarsal

El área de la superficie de contacto articular decrece en la dorsiflexión de la primera falange sobre el metatarsiano. En estudios sobre cadáveres<sup>2</sup> se encontró que en posición neutra la superficie de contacto es de 0,38 cm<sup>2</sup>, mientras que en la dorsiflexión es de 0,04 cm<sup>2</sup> (Fig. 15). El punto de contacto sobre la superficie articular de la base de la primera falange permanecía constante, mientras que el punto de contacto sobre la cabeza metatarsal se deslizaba dorsalmente. Ante una reducción de la movilidad metatarsofalángica, se adoptan involuntariamente varios mecanismos de ajuste de la marcha, tales como supinación del antepié, rotación externa del pie y la pierna, acortamiento del paso e incremento en la movilidad del tobillo, rodilla y cadera<sup>76</sup>.



**Fig. 15.** A) en reposo la art. metatarsofalángica soporta el 55% del peso del cuerpo y al inicio de la marcha el brazo de palanca del tendón de Aquiles (P) es corto. B) En el despegue de la marcha, al dorsiflexionar, aumenta el brazo de palanca, pero también la carga sobre la metatarsofalángica que llega a ser del 80% del peso del cuerpo.

## 3.2. EL HALLUX RIGIDUS

### 3.2.1. ETIOPATOGENIA

No hay en absoluto consenso respecto a la etiología del hallux rigidus o sus factores predisponentes<sup>31,109,126</sup>. Aunque se han propuesto varias teorías, ninguna ha podido ser demostrada al existir datos contradictorios entre los autores. Por otro lado, esta entidad se presenta típicamente como una condición aislada lo que sugiere un factor etiológico local<sup>63</sup>.

Algunos autores<sup>58</sup> propusieron una etiología espontánea junto a factores hereditarios, que no se ha comprobado. Nilsonne<sup>86</sup> las dividió en primarias y secundarias. Las primarias se presentaban en adolescente y pensaban que eran debidas a alteraciones epifisarias en la cabeza metatarsal, mientras las secundarias eran aquellas que se producían en la vida adulta representando una forma gradual de artrosis localizada. Las secundarias fueron subdivididas por Roukis et al<sup>99</sup> en estructurales y funcionales. Las estructurales se deben a deformidades o alteraciones en los componentes óseos del primer radio, mientras las funcionales serían aquellas, e cualquier nivel del pie, que fallan en mantener la integridad de la columna medial y resultan en inestabilidad de la columna lateral convirtiendo la acción eversora del peroneus longus y del fulcro de la flexión plantar en una efectiva acción abductora del antepié.

Entre los diversos agentes etiológicos, los más citados han sido la osteocondritis disecante, el traumatismo y los factores estructurales. La osteocondritis disecante se ha descrito como factor etiológico en adolescentes<sup>86</sup>, pero su diagnóstico inicial puede pasar desapercibido por lo que es difícil sentar una relación causal<sup>109</sup>. Esta posible causa ha sido identificada en muy escaso porcentaje de los pacientes<sup>57</sup>. Goodfellow<sup>47</sup> publicó 3 casos y McMaster<sup>81</sup> encontró defectos osteocondrales en 7 pacientes adolescentes.

La causa más frecuente descrita en la literatura es el traumatismo<sup>19,109,126</sup> y los microtraumatismos<sup>23</sup>. El traumatismo está asociado a afectación unilateral y puede deberse a esfuerzos violentos en hiperextensión o hiperflexión<sup>39</sup> que

producen fuerzas de compresión y cizallamiento resultando en lesiones osteocondrales o condrales que conducirían a la artrosis.

Han sido propuestos numerosos factores estructurales como causa del hallux rigidus, prácticamente todos aquellos que directa o indirectamente puedan limitar la cinemática de la primera articulación metatarsofalángica o alterar algunas de las fases de la marcha. Así, entre otras, se han propuesto la contractura del tendón de Aquiles<sup>12</sup>, rigidez a nivel del complejo sesamoideo<sup>93</sup>, hipermovilidad del primer radio<sup>126</sup>, pie plano<sup>80</sup>, cabeza metatarsal plana<sup>31</sup>, pronación del antepie<sup>109</sup>, hallux valgus interfalángico<sup>31</sup>, primer metatarsiano corto<sup>12</sup> o largo<sup>80</sup> y primer metatarsiano elevado<sup>72</sup>. En general, todos estos factores han sido encontrados en estudios aislados de pequeñas series y la mayoría de ellas no uniformes, factores que no han tenido correlación en estudios posteriores por otros autores<sup>31,126</sup>.

El primer metatarsiano largo, comparado a la longitud del segundo metatarsiano, se ha invocado muy frecuentemente como causa etiopatogénica. Nilsonne<sup>86</sup> propuso que este exceso de longitud podría incrementar la concentración de fuerzas de compresión sobre la cabeza metatarsal. Pero por otro lado, Mann et al<sup>80</sup> encontraron en 20 casos de hallux rigidus que el 30% tenían un primer metatarsiano corto y el resto lo tenían de igual longitud que el segundo metatarsiano. Coughlin and Shurnas<sup>31</sup> en una serie de 110 casos observaron que el primer metatarsiano largo no era más frecuente en pacientes con hallux rigidus (28%) que en los pacientes asintomáticos (37%). Estudios más recientes, como el de Calvo et al<sup>18</sup> sobre las radiografías de 264 pies utilizando un método de medición más seguro, que encuentran un gran relación entre hallux rigidus y mayor longitud del primer metatarsiano aunque no con la longitud de la falange proximal. Ellos están de acuerdo con Viladot<sup>118</sup> que opinaba que el síndrome de sobrecarga del primer radio se desarrolla en los pies de tipo egipcio con un primer metatarsiano y dedo largos.

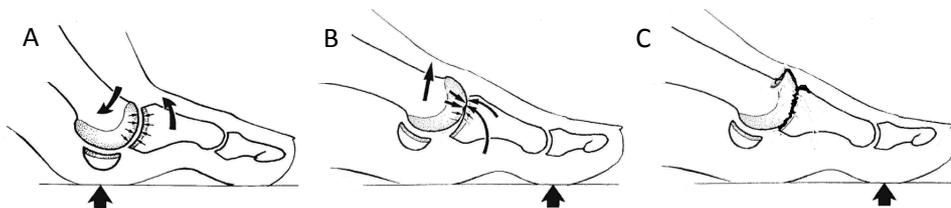
Lambrinudi<sup>72</sup> teorizó que un primer metatarsiano elevado dorsalmente, metatarsus primus elevatus, podía sobrecargar en exceso a la articulación durante la flexión plantar de las falanges y conducir a una contractura en flexión de la metatarsofalángica. Aunque en avanzados hallux rigidus puede haber esa elevación, otros autores<sup>57</sup> piensan que no es causa sino consecuencia al observar

que una elevación media de 8 mm se encontraba tanto en pacientes con hallux rigidus como en sujetos sin esa patología. Esta correlación etiológica no ha sido comprobada por otros muchos autores<sup>31,84,109</sup>.

### 3.2.2. FISIOPATOLOGÍA

Independientemente de la causa etiológica, la fisiopatología primaria es similar en todos los casos<sup>33,81</sup>. Biomecánicamente, la MTF no es una articulación de carga directa pero soporta altas fuerzas de compresión por las acciones musculares durante la marcha<sup>82</sup>. En una articulación sana (Fig. 16) las fuerzas de cizallamiento en la dorsiflexión son disipadas por el deslizamiento dorsal de la falange sobre la cabeza metatarsal<sup>25</sup>. Las pruebas cinemáticas demuestran que en el hallux rigidus hay disminución del arco completo de movilidad con plantarflexión relativamente normal y aumento de las presiones bajo el primer metatarsiano<sup>60</sup>. Se desconoce el mínimo arco de movimiento articular para realizar un despegue adecuado de la marcha pero la mayoría de los estudios concuerda en arcos entre los 15 y los 90 grados<sup>29</sup>.

Ante la rigidez articular, la fuerza reactiva del suelo contra el hallux durante la fase final del ciclo de la marcha está alterada, cambiando en la metatarsofalángica de un movimiento de deslizamiento en rodadura a una fuerza de compresión (Fig. 15) por impacto directo contra la cabeza metatarsal<sup>33</sup>.



**Fig. 16.** Fisiopatología del hallux rigidus: A) con articulación normal hay movimiento de deslizamiento y las sollicitaciones se distribuyen uniformemente. B) con extensión limitada hay fuerzas de compresión en la porción dorsal de las superficies articulares. C) en estadio tardío se producen osteofitos y anquilosis.

Esto puede producir destrucción del cartílago articular y formación de osteofitos dorsales, que a su vez limitan aún más la dorsiflexión, y pueden producir una contractura de las partes blandas plantares que envuelven a los sesamoideos y

una hiperextensión compensatoria de la interfalángica<sup>13</sup>. A consecuencia de la movilidad dolorosa de la metatarsofalángica, el sujeto tiende a reducir la carga sobre el primer radio del pie mediante supinación activa del mismo. Consecuentemente, la carga del hallux se lateraliza durante la propulsión lo cual puede conducir a una metatarsalgia por transferencia<sup>44</sup>.

### 3.2.3. EPIDEMIOLOGÍA

Al igual que con los factores etiopatogénicos del hallux rigidus, existe una gran confusión e información contradictoria respecto a los factores demográficos de estos pacientes<sup>10</sup>. El hallux rigidus es una patología relativamente común, segunda en incidencia en el pie tras el hallux valgus<sup>123</sup> y primera de las artrosis del tobillo y pie<sup>31</sup>.

Se ha publicado que puede afectar al 2% de la población entre edades de 30 a 60 años<sup>31,80</sup>. En un estudio americano clásico<sup>46</sup>, cuya metodología ha sido muy discutida, citaban que afectaba a 1 de cada 45 personas mayores de 50 años. Otros estudios<sup>117</sup> describen que puede afectar al 10% de la población entre 20-34 años de edad y al 44% de los mayores de 80 años.

La edad media de diagnóstico es muy variable en los estudios. Los más antiguos indicaban una menor edad<sup>58,81</sup>, mientras que los más recientes<sup>31</sup> presentan una mayor proporción de pacientes de edad más avanzada. Aunque puede aparecer en adolescentes<sup>65</sup> y en edades tan variables como entre 14 y 68 años de edad, la mayoría de los estudios<sup>35</sup> se refieren a pacientes cuyo inicio de síntomas se produjo alrededor de la edad de 51 años.

Respecto al sexo, la literatura muestra una alta incidencia de mujeres<sup>10,34</sup>, de alrededor del 60%. Esta predilección por las mujeres podría no deberse a diferencias biológicas sino a factores culturales y sociales del calzado femenino que pudieran agravar los síntomas<sup>31</sup>.

En relación al peso, no se ha encontrado que fuera un factor predisponente<sup>10,31</sup>.

Es de presentación bilateral<sup>10</sup> en el 60 %, con mayor proporción cuanto mayor es la edad de la muestra estudiada<sup>106</sup>. En estudios a largo plazo se ha

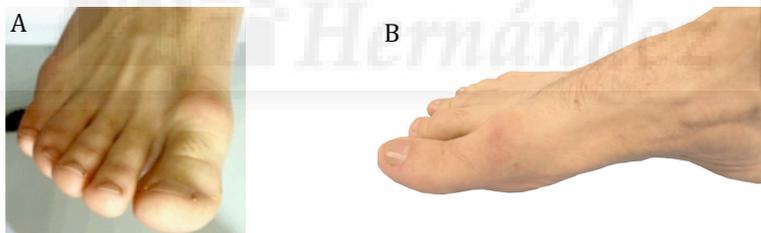
observado que, en los casos de etiopatogenia desconocida, si bien la bilateralidad diagnosticada inicialmente era del 19% aumentaba hasta el 80% al final del estudio en los pacientes con antecedentes familiares<sup>31</sup>, mientras que en los casos con etiología traumática era unilateral.

### 3.2.4. DIAGNÓSTICO

#### Manifestaciones clínicas

El síntoma inicial suele ser el dolor a nivel de la articulación metatarsofalángica, que se agrava al caminar y cede con el reposo y dificulta ciertas actividades como colocarse de puntillas. En estadios moderados el paciente suele tener que utilizar calzado flexible.

El signo principal es la deformidad en los estadios moderados o severos, con una prominencia ósea en el dorso de la articulación (Fig. 17), con discreta inflamación eritematosa y sensible pero raramente tan severa como en otras patologías inflamatorias.



**Fig. 17.** Aspecto clínico en el hallux rigidus. A) prominencia dorsal a nivel de articulación metatarsofalángica. B) hiperextensión interfalángica compensatoria

A la exploración física, el dato diagnóstico más sugerente es la limitación de la dorsiflexión pero con plantarflexión completa, al menos al inicio pues en los casos severos suele haber anquilosis con posición del la falange proximal en flexión rígida. Esta dorsiflexión limitada puede conducir a una hiperextensión interfalángica compensatoria. En estadios más avanzado también puede desarrollarse una metatarsalgia por transferencia lateral de la carga, pudiendo aparecer callosidades plantares.

## Examen radiográfico

Todos los autores coinciden que, tanto para la exploración clínica como para estudios de series, es suficiente con la radiología simple<sup>9,31,126</sup>. Las proyecciones usuales son la dorsoplantar y lateral en bipedestación (Fig. 18). Solo en ocasiones es preciso realizar radiografías comparativas con el lado opuesto o una proyección oblicua para visualizar los sesamoideos, aunque su dificultad técnica ha sido superada por la resonancia nuclear magnética en corte coronal (Fig. 19).



**Fig. 18.** Proyecciones dorsoplantar y lateral en bipedestación



**Fig. 19.** Corte coronal en RNM a nivel de los sesamoideos del pie

En estadios muy iniciales puede no haber signos indicativos (Fig. 20), pero a medida que progresa la enfermedad<sup>34</sup> aparecerá progresivo estrechamiento del espacio articular metatarsofalángico, irregularidad y quistes periarticulares y sobre todo la presencia de una espícula ósea en el dorso de la cabeza metatarsal que progresará a un osteofito severo dorsolateral, para en el estadio final evolucionar a la anquilosis.



**Fig. 20.** Hallux rigidus en diferentes estadios radiológicos: A) leve, con escaso estrechamiento articular, pero cabeza metatarsal deformada. B) moderado, con estrechamiento articular y osteofito dorsal. C) severo, estrechamiento articular pronunciado, quiste subcondral, gran osteofito dorsolateral. D) anquilosis articular

### 3.2.5. CLASIFICACIONES

Se han descrito diversas clasificaciones, y a su vez variantes de las mismas, con distintos criterios aunque generalmente clínico, radiológicos o combinados. La mayoría de ellas se basaron en pequeñas series por lo que no son objetivas, reproducibles ni validables<sup>8</sup>. Algunas de ellas están basadas en teóricos conceptos etiológicos que se han mostrado irrelevantes, suelen ser confusas y su construcción es difícil de reproducir o comparar. De entre ellas, las más utilizadas son la de Drago et al<sup>34</sup>, Regnaud<sup>92</sup>, Hattrup y Johnson<sup>51</sup>, y Coughlin y Shurnas<sup>30</sup>, que en esencia son muy similares. Esta última, además de la más actual, ha resultado ser la más comprensible<sup>8</sup>.

#### **Clasificación de Drago et al**

Es una clasificación eminentemente radiológica<sup>34</sup>, graduando los estadios según la severidad de los signos y sobre la base de unas empíricas observaciones respecto de la etiología del proceso, tal cuales son el hallux limitus funcional o el metatarsus primus elevatus, de los que no hay evidencias en las más recientes investigaciones<sup>31</sup>. A la radiología combina las observaciones clínicas de otros autores.

- Grado 1: pre-hallux limitus con significativo primus elevatus. Subluxación plantar de la falange proximal sobre la cabeza metatarsiana y significativo componente de pronación del retropié. Clínicamente hay dolor al final del rango de movimiento. Esta deformidad es considerada por el autor de naturaleza funcional con solo mínimos cambios adaptativos.

- Grado 2: ligero aplanamiento de la cabeza metatarsal, pudiendo haber defecto osteocondral. Dolor al final del movimiento pero con cambios estructurales adaptativos. Es común una pequeña exóstosis dorsal. Movilidad pasiva limitada, más pronunciada al cargar el antepié.

- Grado 3: más severo aplanamiento de la cabeza metatarsal con osteofito dorsal tanto en la cabeza metatarsal como en base de la falange proximal. Estrechamiento articular irregular. Crepitación y dolor en todo el rango de movimiento que está reducido.

- Grado 4: forma agravada del grado 3, con total desaparición espacio articular y cuerpos libres. Menos de 10º de rango total de movilidad.

### **Clasificación de Regnaud**

Es una clasificación clínico-radiológica<sup>92</sup>. Se divide en:

- Grado 1: pequeño osteofito o espícula ósea lateral sobre la cabeza, espacio articular normal aunque con condensación periarticular, sesamoideos normales o alargados. La dorsiflexión está limitada con flexión plantar normal, dolor ocasional.
- Grado 2: moderado osteofito, espacio articular disminuido, esclerosis subcondral o quistes, sesamoideos hipertróficos e irregulares. Dorsiflexión muy limitada con flexión plantar moderadamente reducida, dolor intermitente.
- Grado 3: severo osteofito, pérdida completa del espacio articular, degeneración de la articulación hallux-sesamoidea. Movilidad muy reducida tanto en dorsiflexión como en plantarflexión o anquilosis, dolor al movimiento.

### **Clasificación de Hattrup y Johnson**

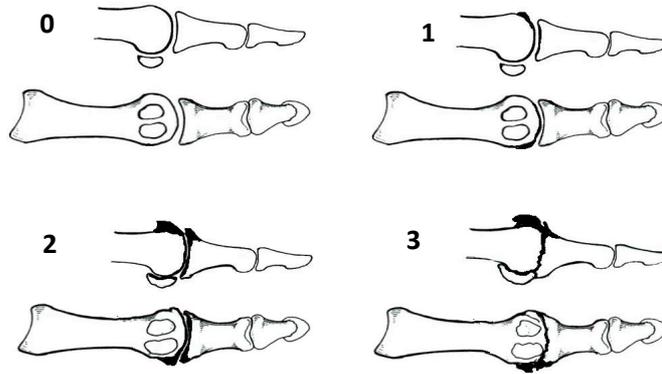
Es una clasificación radiológica que no ha sido reproducible en estudios posteriores<sup>51</sup>.

- Grado 1: osteofito leve limitado a la cabeza metatarsal, con espacio articular conservado.
- Grado 2: osteofito moderado en dorso de la cabeza metatarsal, con espacio articular reducido (de hasta el 50%) y esclerosis subcondral. Suele haber espícula ósea dorsal en la falange proximal.
- Grado 3: osteofito severo, con grosera pérdida (más del 50%) o ausencia del espacio articular, con o sin quistes subcondrales. Puede haber cuerpos libres procedentes de los osteofitos y cambios en los sesamoideos. Es el estadio final de la enfermedad.

### **Clasificación de Coughlin y Shurnas**

Es una clasificación radiológica y clínica<sup>30</sup>, basada en la de Hattrup y Johnson<sup>51</sup> a la que añade un grado 0 (inicial, sin modificaciones radiológicas) y un

grado 4 (puramente clínico). En estudios comparativos y revisión sistemática<sup>8</sup> esta clasificación se ha mostrado como la más robusta en metodología y comprensibilidad (reproducibilidad intra- e inter-observadores). Combina los signos radiológicos con datos clínicos objetivos y subjetivos (Fig. 21).



**Fig. 21.** Hallux rigidus. Esquema radiológico de la clasificación de Coughlin y Shurnas

- Grado 0: No dolor, sólo rigidez, discreta pérdida de movilidad pasiva a la exploración física. Dorsiflexión de 40°-60° y/o 10%-20% de pérdida de movimiento respecto al otro pie. Radiología normal o con hallazgos mínimos.

- Grado 1: Rigidez y dolor subjetivo leve u ocasional, demostrable a la exploración solo con movimientos extremos de dorsiflexión o plantarflexión. Leve restricción movilidad, dorsiflexión 30°-40° y/o pérdida del 20%-50% del movimiento respecto al otro lado. Radiología con osteofito dorsal discreto (espícula), mínimo estrechamiento articular, mínima esclerosis periarticular, mínimo aplanamiento de la cabeza metatarsal (Fig. 22.1).

- Grado 2: Rigidez con dolor subjetivo moderado a severo que puede ser constante, y se exagera justo al iniciar la exploración de dorsiflexión o plantarflexión. Dorsiflexión 20°-30° y/o pérdida del 50%-75% del movimiento respecto al otro lado. Radiología con osteofito dorsal y medial/lateral, leve a moderada reducción del espacio articular, esclerosis periarticular, aplanamiento cabeza metatarsal (Fig. 22.2).

- Grado 3: Dolor subjetivo constante y apreciable rigidez, que se exagera en la exploración durante todo el rango de dorsiflexión o plantarflexión, a excepción

del rango medio. Moderada a severa restricción movilidad, con dorsiflexión de 10° o menor y/o pérdida del 75%-100% del movimiento respecto al otro lado, y notable pérdida de flexión plantar (generalmente <10°). Radiología similar al grado 2, pero con marcado estrechamiento del espacio articular, posibles quistes periarticulares (Fig. 22.3).

- Grado 4: similar al grado 3, pero con dolor permanente, que se manifiesta en todo el rango de movimiento (incluido el medio) a la exploración pasiva del mismo.



**Fig. 22.** Ejemplos radiológicos de hallux rigidus, según la clasificación de Coughlin y Shurnas

### 3.2.6. INDICACIONES Y MÉTODOS DE TRATAMIENTO

La elección del tratamiento del hallux rigidus dependen del grado de afectación en que se encuentre la articulación metatarsofalángica<sup>63</sup> en el momento de realizar el diagnóstico, bien sea el deterioro incipiente y leve o tardío y severo. El tratamiento puede ser conservador o quirúrgico y según Mann y Clanton<sup>79</sup> los objetivos del tratamiento quirúrgico del hallux rigidus deben ser aliviar el dolor, mantener la fuerza del primer radio y, si es posible, mantener o restaurar la

movilidad.

Aplicando la clasificación de Coughlin y Shurnas<sup>30</sup>, podemos distinguir tres grupos de pacientes: los que presentan la enfermedad en grado incipiente (0-I), los que la presentan en grado moderado (II-III), y los que la presentan en grado severo (IV).

### **GRADOS INCIPIENTES (0-I)**

Existe un amplio consenso en aplicar inicialmente tratamientos conservadores en estos grados incipientes. El objetivo es aliviar el dolor y facilitar la movilidad de la articulación metatarsofalángica, pero no detienen el progreso de la enfermedad hacia la degeneración articular<sup>110</sup>. Se han utilizado diversos métodos. Las ortesis y plantillas pueden ayudar a limitar el exceso de las fuerzas pronadoras, estabilizar el primer radio y aliviar el dolor<sup>102</sup>. Una de las más utilizadas es un elemento que eleve la diáfisis del metatarsiano de manera que ante la carga la cabeza metatarsal descienda y favorezca la dorsiflexión de la falange<sup>69</sup>. Otros métodos conservadores son la medicación antiinflamatoria y la infiltración articular con corticoides u otras sustancias como el ácido hialurónico<sup>89</sup>.

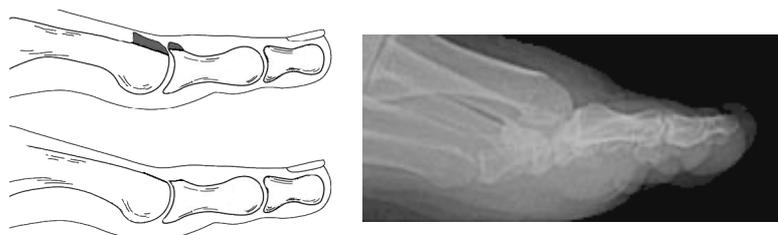
En caso de fracaso del tratamiento conservador por al menos 6 meses, algunos autores preconizan el tratamiento quirúrgico<sup>75,110</sup>, conforme a las indicaciones quirúrgicas descritas para los grados moderados.

### **GRADOS MODERADOS (II-III)**

#### **Queilectomía**

En estos grados existe discrepancia respecto al mejor tratamiento quirúrgico. La técnica tradicionalmente utilizada ha sido la queilectomía<sup>35,51,79</sup> consistente en la resección de los osteofitos de la cabeza metatarsal, sobre todo dorsales, y de la base de la falange proximal (Fig. 23). La queilectomía aislada ha aportado buenos resultados en estadios muy iniciales y aún en algunas series con estadios avanzados<sup>106</sup>. La ventaja de la queilectomía<sup>75,120</sup> es que es de reducido tiempo quirúrgico, rápidamente mejora la movilidad y no interfiere en el uso de otras

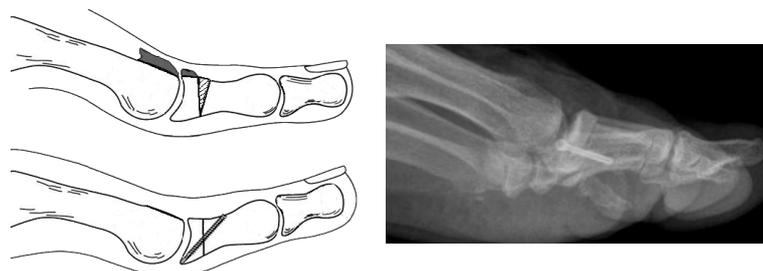
técnicas quirúrgicas futuras; su desventaja es que los resultados no son prolongados en el tiempo y no detiene el progreso de la enfermedad, siendo una técnica paliativa. En una reciente revisión sistemática de la literatura<sup>95</sup> se observó que la queilectomía tiene una baja incidencia de complicaciones y de necesidad de revisión quirúrgica, sobre todo si es aplicada en los grados I y II.



**Fig. 23.** Esquema de la técnica de queilectomía. Radiografía tras resección de los osteofitos dorsales de la cabeza metatarsal

### Osteotomía dorsiflexora falángica

Otra técnica es la osteotomía dorsiflexora de la primera falange, aislada o asociada a queilectomía, con un alto porcentaje de buenos resultados<sup>14,65,85,116</sup>. La técnica consiste en realizar una osteotomía en la metáfisis proximal de la primera falange, en cuña de sustracción de base dorsal (Fig. 24). La osteotomía de falange proximal pretende descomprimir la articulación y realinear la falange proximal en una posición que favorezca la cinemática articular, focalizada en la dorsiflexión<sup>21,112</sup>.



**Fig. 24.** Esquema de la osteotomía dorsiflexora de la falange proximal, asociada a queilectomía

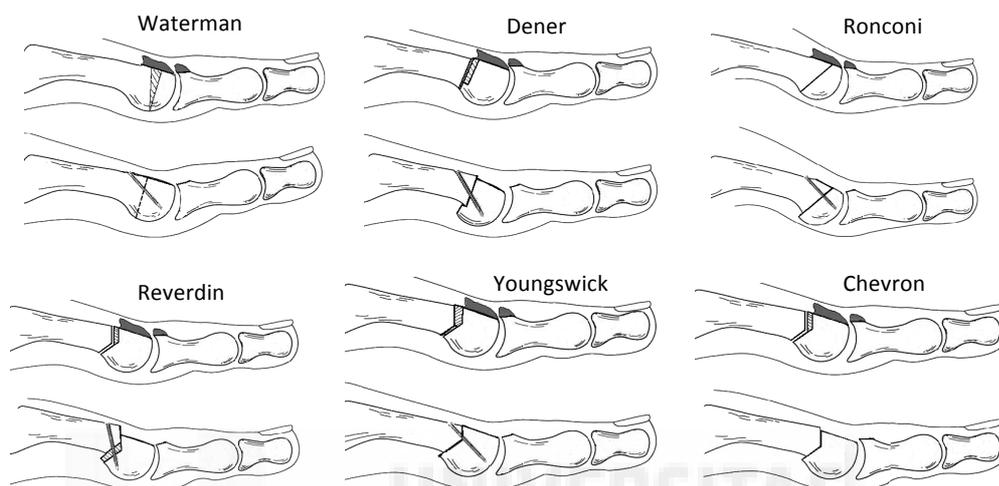
Su ventaja<sup>48</sup> es ser extra-articular, no afectando a la longitud del primer metatarsiano ni alterando la posición de su cabeza y, así mismo, en caso de presencia de valgus interfalángico puede ser corregido con la osteotomía. La

mayoría utilizan sistemáticamente asociada la osteotomía con queilectomía, con resultados generalmente favorables<sup>5,13,67,94,104</sup>. Algunos estudios<sup>120,125</sup> realizaron un primer tiempo quirúrgico con queilectomía y solo realizaban osteotomía dorsiflexora en caso de no obtener una dorsiflexión pasiva en descarga mayor de 70°. En reciente revisión sistemática de la literatura<sup>97</sup> se observó que la osteotomía dorsiflexora de falange asociada a queilectomía proporcionaba unos excelentes resultados objetivos y de satisfacción del paciente, con una baja tasa de complicaciones y de necesidad de cirugía de revisión, por lo que la consideran como técnica de primera línea en el tratamiento del hallux rigidus. Dado que la revisión fue realizada en series con diferentes grados de afectación, recomendaban realizar estudios de cohortes focalizados sobre los diferentes grados de la enfermedad, así como comparar la tasa de revisiones con otras técnicas.

### **Osteotomías metatarsales**

Otras técnicas consisten en realizar osteotomías en el primer metatarsiano, de las que se han publicado numerosas variantes (Fig. 25) con resultados discrepantes<sup>66,104</sup>. La osteotomía cervical de acortamiento y descenso<sup>33</sup> se ha empleado satisfactoriamente (Fig. 26), consistiendo la técnica en descender y retrasar la cabeza del primer metatarsiano para relajar la tensión del aparato flexor como medida que ayude a descomprimir la articulación. Pero el acortamiento del primer radio conlleva una serie de complicaciones<sup>98</sup> como metatarsalgia por transferencia lateral, progresiva medialización del segundo dedo, deterioro cutáneo debido a compresión por la cabeza del segundo metatarsiano y persistente metatarsus primus elevatus y hallux equinus. En estudios de cargas<sup>16</sup> se ha comprobado el aumento de presión sobre la cabeza del segundo metatarsiano tras osteotomía del primero. Los resultados no fueron los esperados<sup>40</sup>, pues no hubo un significativo aumento de satisfacción de los pacientes, no incrementa la dorsiflexión, no descarga la articulación metatarsofalángica, y en los casos que obtuvieron mayor rango de dorsiflexión se asociaron a mayor tasa de complicaciones. En una reciente revisión sistemática de la literatura<sup>98</sup> sobre osteotomías periarticulares del primer metatarsiano para el hallux rigidus se concluye que dado el solo modesto aumento en la satisfacción de

los pacientes y sobre todo la alta tasa de complicaciones y necesidad de revisión quirúrgica, las osteotomías periarticulares del primer metatarsiano no deben utilizarse de forma rutinaria. Además, las complicaciones presentadas son difíciles de manejar, especialmente en lo relativo a la sobrecarga sobre el segundo metatarsiano.



**Fig. 25.** Diferentes osteotomías del primer metatarsiano utilizadas para el hallux rigidus



**Fig. 26.** Osteotomía metatarsal de acortamiento y descenso de Derner

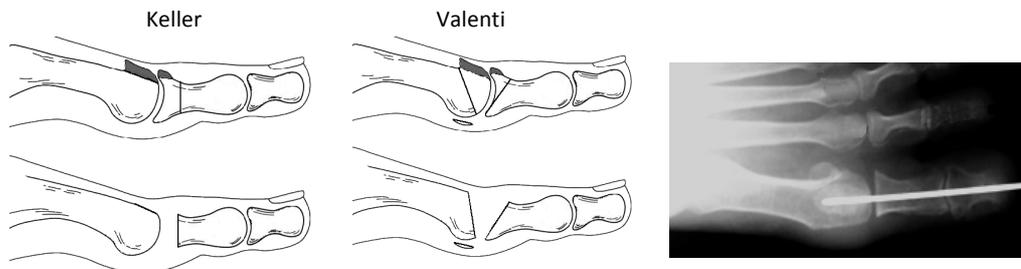
## GRADOS SEVEROS (IV)

En estos grados existe consenso respecto a la necesidad de utilizar tratamientos de corrección quirúrgica, pero no así respecto a la técnica a utilizar<sup>15</sup>.

### Artroplastia de resección y de interposición

La artroplastia de resección más habitual es la de Keller, consistente en resecar el tercio proximal de la falange proximal y re inserción de los elementos flexores. Con la artroplastia de resección los resultados respecto al dolor han sido

de corto plazo, pues es una técnica mutilante (Fig. 27) que no corrige la deformidad sino que puede agravarla<sup>61</sup> por lo que ha sido desechada como intervención de primera línea por la mayoría de autores, siendo actualmente indicada solo en pacientes con muy baja demanda, ancianos o como una opción de cirugía de revisión tras fracaso de otra técnica<sup>27</sup>.

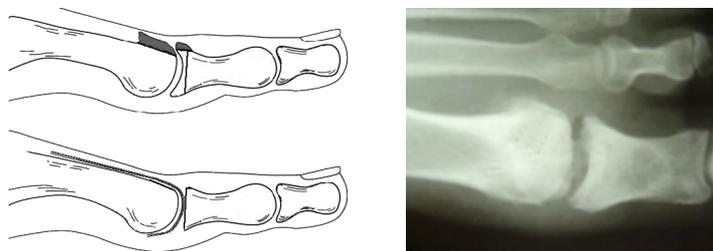


**Fig. 27.** Artroplastias de resección metatarsofalángicas. Radiografía tras resección de Keller

Se ha asociado con una alta tasa de complicaciones<sup>103</sup>, incluyendo metatarsalgia por transferencia lateral, disminución de la fuerza del dedo, excesivo acortamiento del primer radio, deformidades en zeta y garra de la articulación interfalángica. La inestabilidad es debida no solo a la pérdida de hueso, sino también a la de las partes blandas que debieran retener al hallux incluyendo la cápsula, los ligamentos colaterales, fascia plantar, y a la consecuente relajación de los tendones extensor y flexor hallucis brevis.

Como alternativa a la anterior técnica, se dispone de la artroplastia de interposición (Fig. 28), donde tras resección de la falange proximal más comedida que en el Keller, se interponen partes blandas, habitualmente la cápsula o el extensor hallucis brevis suturados al flexor hallucis brevis. Si bien alivia el dolor y temporalmente mantiene la movilidad, tampoco incide sobre la corrección de la deformidad y reduce la fuerza articular<sup>11,64</sup>. Unos la preconizan como técnica de primera línea en estos grados en pacientes de baja demanda<sup>100</sup> al obtener mejores resultados que con la artodesis<sup>77</sup>, sin embargo otros solo la recomiendan como medida de salvamento<sup>49,103</sup> debido a la alta incidencia de metatarsalgia por transferencia, fracturas de estrés de los metatarsianos menores, osteonecrosis de la cabeza del quinto metatarsiano y menor beneficio que con la artroplastia de resección. En una reciente revisión sistemática de la literatura<sup>96</sup> encuentran que

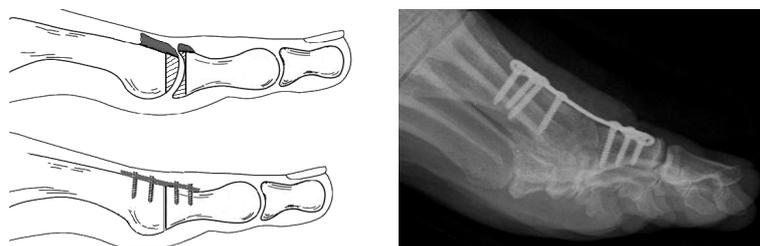
los resultados son favorables en muchos casos pero no restablece la dorsiflexión y a pesar de las complicaciones en tasa significativa hay una baja incidencia de necesidad de revisión quirúrgica.



**Fig. 28.** Artroplastia de interposición. Radiografía de resultado

### Artrodesis

La artrodesis (Fig. 29) es una solución última<sup>38,45</sup> para aquellos casos en que no es posible salvar la articulación, siendo su inconveniente el que anula la movilidad y puede dificultar la marcha así como limitar la práctica deportiva. La posición más adoptada<sup>63</sup> es de 10° a 15° de dorsiflexión de la falange proximal en relación al suelo (30° en relación al primer metatarsiano), 10° a 20° de valgus, rotación neutra y máxima longitud posible del metatarsiano para evitar metatarsalgia por transferencia. La fijación puede realizarse con diversos métodos, pero uno de los más efectivos es con dos tornillos cruzados, seguido de la placa dorsal. La artrodesis se ha asociado<sup>1,7</sup> con problemas de consolidación viciosa, pseudoartrosis y metatarsalgia por transferencia de las cargas.

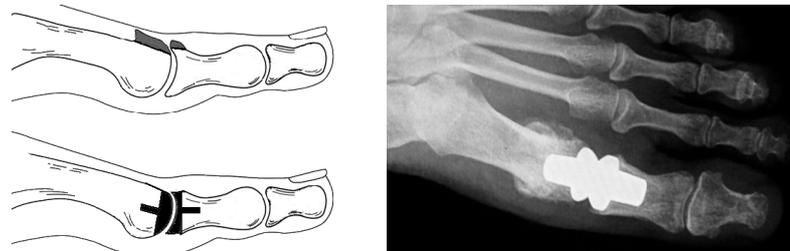


**Fig. 29.** Artrodesis metatarsofalángica. Resultado con placa dorsal

### Prótesis

Una alternativa es la prótesis articular<sup>41</sup> de la articulación metatarsofalángica (Fig. 30). Los primeros modelos de silicona produjeron muy malos resultados debido a las reacciones granulomatosas<sup>105</sup>. Con el avance de nuevas tecnologías y

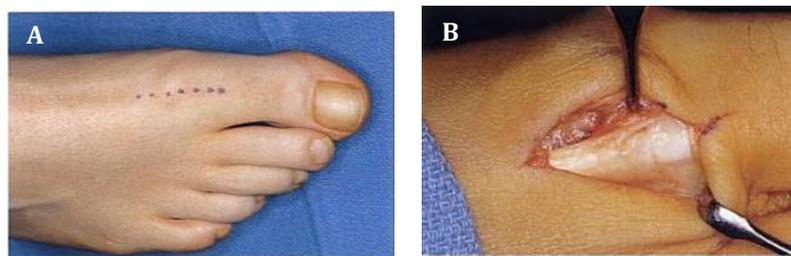
materiales han surgido numerosos diseños, tanto de hemiartroplastia<sup>114</sup> como de artroplastia total<sup>3</sup>, pero con estos diseños actuales los resultados no han sido satisfactorios en todos los estudios, habiendo grandes problemas para la fijación de los componentes a medio y largo plazo<sup>71,90,108</sup>.



**Fig. 30.** Prótesis metatarsfalángica

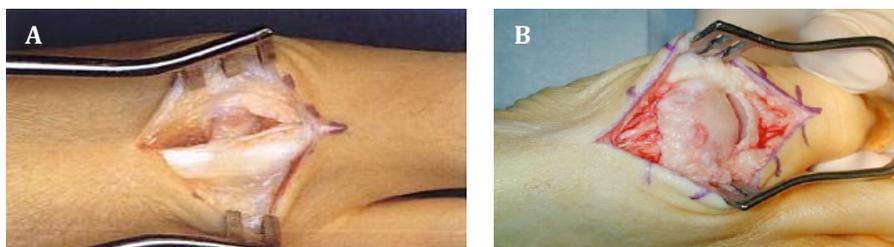
### 3.2.7. DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DE MOBERG

Para la realización técnica de la queilectomía y osteotomía falángica de Moberg<sup>85</sup> actualmente se siguen las modificaciones recomendadas por Thomas y Smith<sup>116</sup> y Parvizi y Kitaoka<sup>87</sup>. Los pacientes pueden ser operados con anestesia troncular a nivel del tobillo, pudiendo ser dados de alta en el mismo día de la intervención. El paciente se coloca en decúbito supino con torniquete de isquemia en la pierna. Antes de iniciar la intervención se comprueba la dorsiflexión pasiva de la articulación metatarsfalángica. Aunque algunos autores<sup>35,87</sup> prefieren la vía longitudinal medial, nosotros preferimos la incisión dorsal clásica: longitudinal de unos 5-6 cm centrada en la cara dorsal del primer dedo, sobre la articulación metatarsfalángica (Fig. 31).



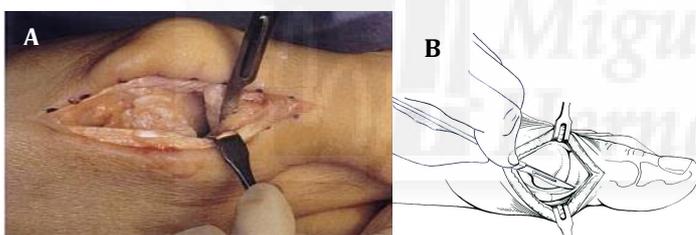
**Fig. 31.** A) Incisión longitudinal medial. B) Separación lateral del tendón extensor largo del dedo gordo

Se disecciona el tejido celular subcutáneo identificando el aparato extensor (tendón extensor largo del dedo gordo), que suele estar adherido a la cápsula articular subyacente. Se desplaza el tendón hacia lateral (Fig. 32) y se incide longitudinalmente la cápsula articular, exponiendo la cabeza metatarsal.



**Fig. 32.** A) Capsulotomía longitudinal medial. B) Separación del complejo extensor y exposición de la articulación metatarsofalángica

Se liberan los extremos articulares de metatarsiano y la falange, en sus caras dorsal, medial y lateral (Fig. 33). A nivel plantar, el tendón flexor hallucis longus se protege con un separador, cuidando de no lesionar el aparato sesamoideo. A continuación se flexiona el dedo para exponer la cabeza del metatarsiano (Fig. 34).

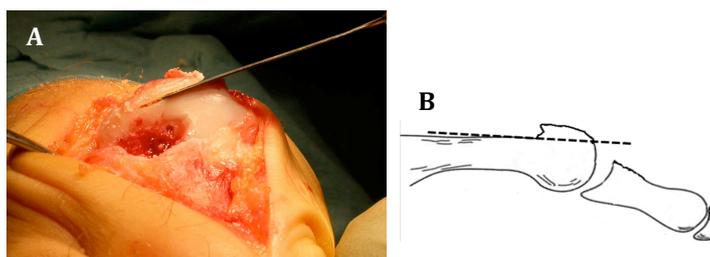


**Fig. 33.** A) Liberación de los extremos articulares. B) Liberación de las estructuras plantares



**Fig. 34.** Flexión del dedo para exponer la cabeza metatarsal

Se realiza la queilectomía, resección de osteofito dorsal de la cabeza (Fig. 35), con escoplo o con microsierra sagital, a nivel de la cortical diafisaria, para evitar problemas de inestabilidad o subluxación<sup>51,63</sup>. Después, si es necesario, se resecan los osteofitos medial y lateral de cabeza (redondeándola) y se limpia el reborde articular de la falange proximal.



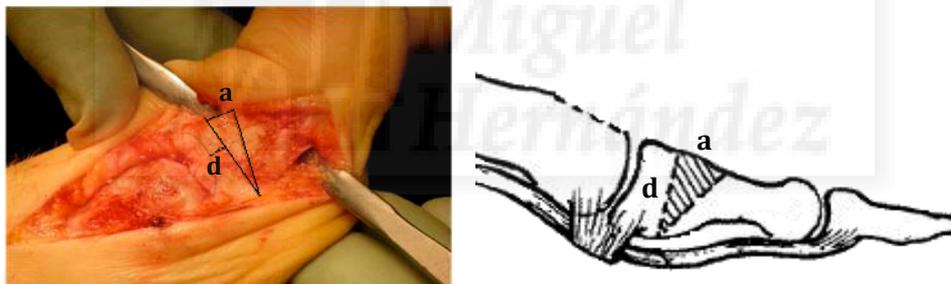
**Fig. 35.** A) Queilectomía de la cabeza metatarsal. B) Resección a nivel de la cortical dorsal

En este punto, se mide la dorsiflexión alcanzada tras la queilectomía (Fig. 36, para medir que incremento es debido a esta o a la osteotomía. Otros autores<sup>63</sup> no realizan osteotomía de falange si la dorsiflexión alcanzada con la queilectomía es de al menos 70° (20°-30° relativos al primer metatarsiano).



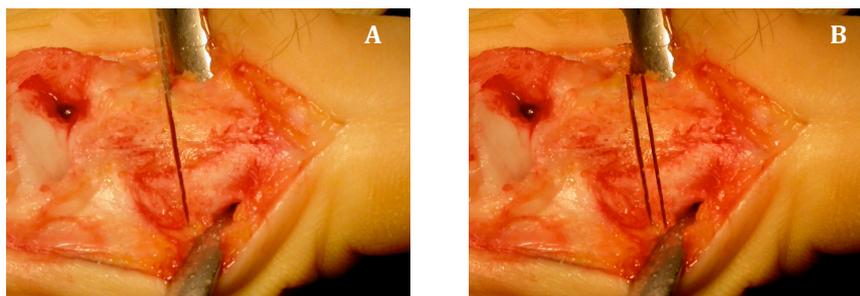
**Fig. 36.** Medición intraoperatoria de la dorsiflexión, tras la queilectomía

Se planifican los cortes de osteotomía falángica (Fig. 37). El proximal debe ser paralelo a la base de la falange, a una distancia (d) de unos 4-5 mm de la articulación, dejando íntegros los ligamentos colaterales y el complejo sesamoideo. La anchura de la cuña (a) típicamente se ha descrito<sup>62</sup> de unos 3 mm, aunque otros<sup>120</sup> la prefieren de 4 mm, e incluso<sup>21,116</sup> de 6 mm o la necesaria para obtener 70° de dorsiflexión metatarsofalángica.



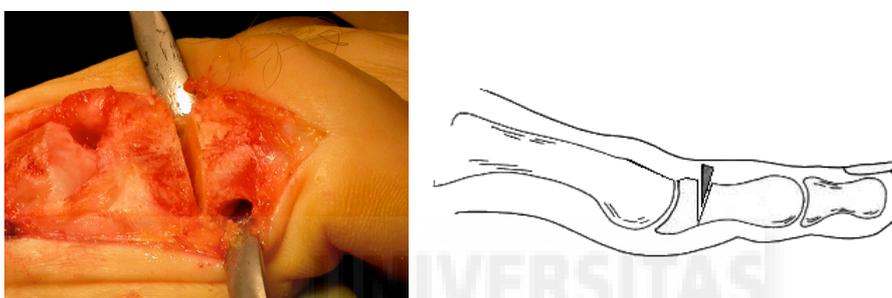
**Fig. 37.** Planificación de los cortes de osteotomía. El proximal no debe dañar las estructuras capsulares plantares

Protegiendo con separadores los tendones extensor y flexor, desde el lado medial se realiza el corte proximal como antes se ha descrito (Fig. 38). A continuación se realiza el corte distal oblicuo planificado, cuyo grosor dorsal depende de la corrección necesaria. Protegiendo el tendón del flexor hallucis longus con un separador, debe cuidarse de no completarse el corte en la cortical plantar para mantener íntegro el periostio en esa zona. Ocasionalmente pueden realizarse perforaciones con una aguja K en dicha zona para facilitar el cierre de la osteotomía.



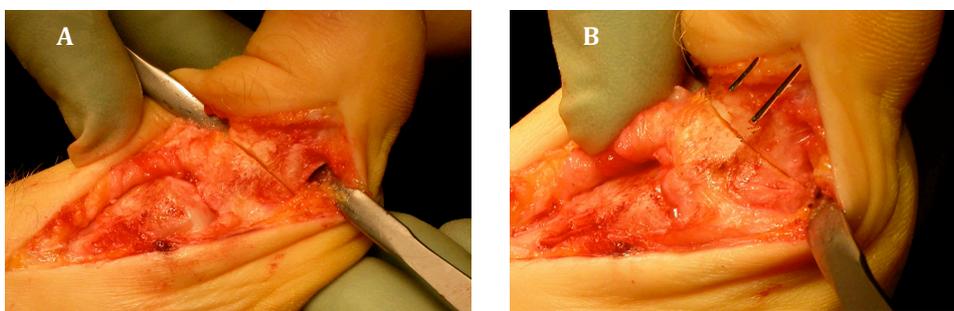
**Fig. 38.** Cortes de la osteotomía. A) proximal. B) Distal

Realizados los dos cortes, se extrae la cuña ósea (Fig. 39) y se mide el grosor dorsal de la misma.



**Fig. 39.** Extracción de la cuña ósea de osteotomía

Se procede al cierre del defecto creado hiperextendiendo la diáfisis de la falange (Fig. 40). Previo a la síntesis definitiva, ocasionalmente puede asegurarse la osteotomía de manera provisional con dos agujas K, y así comprobar la dorsiflexión o en su caso retocar el plano de resección distal. Debe conseguirse una dorsiflexión de 70º al menos<sup>63</sup>.



**Fig. 40.** A) Cierre de la osteotomía mediante hiperflexión dorsal del dedo. B) Puede realizarse una síntesis provisional con agujas, para valorar el grado de dorsiflexión conseguido y la movilidad articular

Se procede a la síntesis de la osteotomía (Fig. 41). Esto podría realizarse con cerclaje alámbrico previas perforaciones en ambos fragmentos (nos parece insuficiente), miniplaca (pueden protruir las cabezas de los tornillos y rozar con el tendón extensor hallucis longus), o tornillo. Nosotros preferimos un tornillo oblicuo de medial a lateral y de proximal a distal. Otros autores<sup>87</sup> lo colocan inverso, pero pensamos que así el agarre en el fragmento proximal es insuficiente y no es posible realizar una adecuada compresión interfragmentaria.



**Fig. 41.** Fijación de la osteotomía, mediante un tornillo oblicuo de medial a lateral y de dorsal a plantar

Para ultimar, se retira el torniquete, se lava la herida y se realiza hemostasia. No colocamos drenaje. Se realiza sutura de la cápsula y del tejido subcutáneo con sutura reabsorbible 2-0. A continuación, sutura de la piel con puntos sueltos de nylon 4-0 (Fig. 42.A). Colocamos un vendaje compresivo (Fig. 42.B), sin inmovilización complementaria con yeso. Tras ello, se realiza control radiográfico inmediato.

Empleamos profilaxis antibiótica con una dosis de 1 gr de cefazolina una hora antes de la intervención. Para la profilaxis antitrombótica utilizamos heparina de bajo peso molecular subcutánea, diariamente durante 15 días.



**Fig. 42.** A) Cierre por planos. B) Vendaje compresivo. C) Zapato postquirúrgico

### **Postoperatorio**

Se aconseja mantener el pie elevado y en descarga por 48 horas. A las 48 h se realiza la primera cura para cambio de apósito y se coloca zapato ortopédico de apoyo talar (Fig. 42.C) para inmovilización relativa y descarga del antepie, por lo que se autoriza la carga y deambulaci3n. La retirada de puntos se realiza a los 15-20 d3as, autorizándose entonces la marcha con zapato estandar, tanto como lo soporte el paciente. Se continúa el control y evaluaci3n ambulatoria postoperatoria segun el estudio.



## IV. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### 4.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Actualmente existe controversia respecto a la técnica quirúrgica para los estadios II-III de hallux rigidus, proponiéndose la queilectomía simple<sup>35,75</sup> y las osteotomía metatarsales<sup>44</sup> o de la falange proximal<sup>13</sup>. La queilectomía ha dado buenos resultados iniciales en estadios muy precoces<sup>20,24</sup> pero no detiene el progreso de la enfermedad<sup>29,120</sup>. Las osteotomías de descompresión y acortamiento del primer metatarsiano han conllevado una elevada tasa de complicaciones<sup>66</sup> con resultados variables<sup>104</sup>.

Con la osteotomía dorsiflexora de la base de la falange proximal se han descrito buenos resultados en jóvenes<sup>65</sup> y adultos<sup>85</sup>, siendo también asociada a queilectomía<sup>116,120</sup>. Estos autores sugerían que la osteotomía incrementaba la función de la articulación metatarsofalángica por incrementar la dorsiflexión al aumentar la posición de inicio de la flexión plantar.

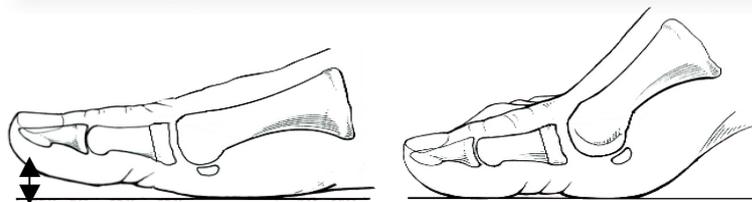
Desde entonces, se han publicado pocas series, la mayoría de menos de 10 casos y con un seguimiento muy limitado<sup>21,50,52,112</sup>. La única serie de gran tamaño es la retrospectiva de Rees et al<sup>91</sup> con 108 intervenciones en 89 pacientes. Los únicos estudios prospectivos hasta el momento son los de Kilmartin<sup>67</sup> y Waizy et al<sup>120</sup>. El estudio de Mesa-Ramos<sup>83</sup> es prospectivo, pero realizado con técnica percutánea.

Así, a pesar de ser contemplada la osteotomía de falange como una técnica válida en todas las revisiones publicadas<sup>13,78,96,125</sup>, son escasas las evidencias disponibles. A nuestro entender, este sería el tercer estudio prospectivo con cirugía abierta publicado en la literatura internacional sobre la osteotomía de Moberg<sup>85</sup> para el tratamiento del hallux rigidus.

## 4.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La limitación de la dorsiflexión que caracteriza al hallux rigidus, y por tanto la posición relativa en hallux equinus del dedo gordo, produce elevación retrógrada del metatarsiano y falta de cobertura dorsal de la articulación metatarsofalángica, lo que provoca sobrecarga por compresión en la fase impulsiva de la marcha. Pensamos que tras la osteotomía de Moberg<sup>85</sup>, colocando la falange proximal en hiperdorsiflexión y alejando el dedo del suelo (Fig. 43), se facilita la fase impulsiva de la marcha al partir de una posición que favorece la movilidad articular y reduce el esfuerzo, según el modelo mecánico del torno (*windlass*) antes descrito. Este aumento de movilidad en dorsiflexión y el hecho de ser una técnica extra-articular, que no produce acortamiento ni descenso del primer metatarsiano, reduciría las cargas sobre la articulación metatarsofalángica, por lo que mejoraría de forma precoz la marcha, el dolor y por tanto la calidad de vida del paciente y prevendría o enlentecería la evolución a la artrosis.

Por otro lado, existe controversia respecto al grado de dorsiflexión a realizar con la osteotomía, pues si esta es excesiva podría conducir a una sobrecarga de la cabeza del primer metatarsiano.



**Fig. 43.** Esquema de función tras osteotomía dorsiflexora de falange proximal. A) En reposo. B) Impulso de la marcha.

### **4.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

#### **1º. OBJETIVOS PRINCIPALES**

- Valorar los resultados funcionales tras la osteotomía falángica asociada a queilectomía.
- Identificar los factores técnico-quirúrgicos que pueden influir en los resultados.

#### **2º. OBJETIVOS SECUNDARIOS**

- Valoración del dolor.
- Valoración de la movilidad metatarsofalángica.
- Valoración de la satisfacción del paciente.
- Valorar si la dorsiflexión falángica realizada altera los parámetros radiométricos del primer metatarsiano o produce sobrecarga por transferencia clínica del mismo.



## **V. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **5.1. DISEÑO Y ÉTICA DEL ESTUDIO**

Se diseñó un estudio de cohorte prospectivo, siendo aprobado su protocolo por el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) del Hospital Universitario de Elda, y precisando de consentimiento informado de los pacientes. No se realizó comparación con otra técnica quirúrgica debido a la relativa escasa frecuencia de esta patología en estadios iniciales que son vistos en las consultas de la especialidad. La comparación tendría que realizarse con otra técnica que conservase la articulación metatarsofalángica, pero según la literatura y nuestra propia experiencia, la queilectomía aislada es considerada como insuficiente tratamiento, y la osteotomía del primer metatarsiano conlleva una alta tasa de complicaciones, por lo que no se consideró ético el realizarlas. Dado que nuestros casos eran de grado moderado (grados II y III), no procedía la artrodesis.

A todos los pacientes se les informó que no se realizarían otras prácticas, revisiones clínicas o pruebas diagnósticas distintas de las habituales y estandarizadas por el Servicio para la evaluación preoperatoria y seguimiento postoperatorio en este tipo de patología. Dentro de estas prácticas se incluyen las radiografías y la cumplimentación de los formularios de evaluación clínica, objetiva y subjetiva, que necesariamente deben realizarse a todo los pacientes según protocolos del Servicio. Respecto a la técnica quirúrgica, se les informó que era práctica habitual del Servicio, por tanto con experiencia en la misma y resultados satisfactorios, aunque estos últimos no estaban metodológicamente evaluados.

## 5.2. POTENCIA ESTADÍSTICA DEL ESTUDIO

A posteriori, se calculó el tamaño del efecto ( $r$ , coeficiente de correlación) y la potencia del estudio ( $1-\beta$ ), para el tamaño muestral de  $n=42$ , en base a las diferencias de medias obtenidas pre y postoperatorias (muestras relacionadas) de la puntuación AOFAS<sup>69</sup> (variable principal de resultado). Se obtuvo un  $r= 0.98$ , que con  $\alpha= 0,05$ , representaba una potencia de 0.90.

Así mismo, considerando el tamaño medio de la cuña de osteotomía que resultó con un valor medio de 3,5 mm (desviación estándar de 0,7), y comparando con los 5 mm (4-6 mm) recomendados por otros autores<sup>116,120</sup>, se obtuvo un tamaño de efecto  $d= 1,81$ , con lo que se precisaban 12 pacientes para una potencia de 0,80.

## 5.3. SELECCIÓN DE LA COHORTE DE ESTUDIO

Fueron considerados elegibles para el estudio los pacientes consecutivos atendidos en consulta por diagnóstico de hallux rigidus. El diagnóstico formal de hallux rigidus se estableció siguiendo los criterios de Blyth et al<sup>13</sup> y de Hatstrup y Johnson<sup>51</sup>, consistente en antecedentes e historia clínica de dolor a nivel de la articulación metatarsofalángica del primer dedo, restricción de la movilidad en dorsiflexión de dicha articulación y hallazgos radiológicos consistentes con algún signo de degeneración articular. La indicación para cirugía era dolor persistente con disfunción a la marcha tras fracaso de tratamiento conservador durante al menos seis meses.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Estadio de la enfermedad en grado moderado, considerando tales los grados II-III de acuerdo a los criterios clínico-radiológicos de Coughlin y Shurnas<sup>30</sup>.

- Sin distinción de sexo
- Edad adulta con actividad laboral activa, por lo que solo se incluyeron pacientes menores de 65 años.
- Aceptar participación en el estudio, firmar consentimiento informado y capacidad para responder a los cuestionarios.

Para el análisis de resultados se requería un seguimiento postoperatorio de al menos dos años.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Aquellos factores de sesgo que pudieran condicionar los resultados, como: hallux valgus severo ( $> 30^\circ$ ), diabetes mellitus, artritis inflamatorias, neuropatías periféricas, infección osteoarticular previa, o intervención previa o concomitante sobre el pie.
- Hallux rigidus leves (grado I) o severos (grado IV).

### **5.4. INTERVENCIÓN**

Todos los procedimientos fueron realizados por el mismo cirujano, en sala con flujo laminar y bajo bloqueo anestésico a nivel del tobillo. Se aplicó torniquete de isquemia a nivel de la pierna. La técnica quirúrgica fue similar en todos los pacientes incluidos en el estudio. El acceso quirúrgico se realizó mediante una incisión longitudinal centrada en la cara dorsal del primer dedo a nivel de la articulación metatarsofalángica.

En todos los pacientes se realizó un primer tiempo quirúrgico mediante queilectomía de la cabeza del metatarsiano con excisión de los osteofitos dorsales, y mediales y laterales si los había, junto a regularización ósea de la periferia de la base de la primera falange. Así mismo, se realizó una liberación de los extremos articulares, preservando la integridad de los ligamentos colaterales de la cabeza

metatarsal y de los complejos flexor y extensor.

El segundo tiempo quirúrgico consistía propiamente en la realización de una osteotomía dorsiflexora de la base de la falange proximal de acuerdo a la técnica de Moberg<sup>85</sup>, con las modificaciones posteriormente descritas por Thomas y Smith<sup>116</sup> y Parvizi y Kitaoka<sup>87</sup>. Se realizaba una osteotomía paralela a la base de la falange y distal a la base de la misma unos 4-5 mm, y con un segundo corte oblicuo se resecaba una cuña ósea de base dorsal, cuidando de no cortar la cortical plantar. La anchura de la cuña era determinada por el grado de rigidez de la articulación metatarsofalángica, siendo típicamente de 3-4 mm. Tras extracción de la cuña ósea, el dedo era dorsiflexionado para cerrar la osteotomía. Esta era fijada mediante un tornillo de titanio de pequeño diámetro (2,5 mm) sin cabeza, canulado, autotarudante, y con doble paso de rosca para compresión (Memometal, Bruz, France) (Fig. 44).

Durante la intervención se valoró con goniómetro la dorsiflexión metatarsofalángica previa a la incisión e inmediatamente tras la fijación de la osteotomía falángica.

Se realizaba cierre de solo la piel y colocación de un vendaje compresivo y descarga por 48 horas. Todos recibieron profilaxis antibiótica (una única dosis de 1 gr de cefalosporina de primera generación previo a la colocación del torniquete) y antitrombótica con heparina de bajo peso molecular subcutánea durante 2 semanas). Todos los pacientes fueron dados de alta hospitalaria en el mismo día de la intervención. A las 48 horas se realizaba cambio de vendaje y se autoriza la deambulación con zapato postquirúrgico estándar. La sutura era retirada hacia las 3 semanas (15-21 días), autorizándose entonces la deambulación con zapato normal en cuanto el paciente lo tolerase.



**Fig. 44.** Radiografías postoperatorias, tras osteotomía de Moberg fijada con tornillo

## 5.5. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO

Todos los pacientes incluidos en estudio fueron prospectivamente evaluados clínica y radiográficamente mediante un protocolo estandarizado, con evaluaciones preoperatorias y postoperatorias a las 3-4 semanas, 3, 6, 12 y 24 meses, y luego anualmente cuando procediera.

### **Encegamiento**

A fin de blindar los resultados del estudio, la cumplimentación de los formularios de resultados clínicos fueron realizados por un cirujano independiente ajeno a la intervención. Esto se realizaba en el mismo día de la visita ambulatoria, por otro médico que tenía consulta en ese día en otro despacho y después de haber sido visitado por su cirujano. No hubo necesidad de entrenamiento previo por cuanto eran de aplicación habitual en el servicio.

Así mismo, las valoraciones y mediciones radiográficas de las realizadas en el último seguimiento y comparativamente con las del preoperatorio, fueron digitalmente realizadas por un cirujano independiente. Sólo intervino un observador para evitar errores interobservadores.

## 5.6. VARIABLES DE ESTUDIO

### 5.6.1. VARIABLES PRIMARIAS

#### **Valoración funcional**

Como variable primaria y principal se utilizó, pre y postoperatoriamente, la escala de la Sociedad Americana de Ortopédicos en Tobillo y Pie (AOFAS, *American Orthopaedic Foot and Ankle Society*) en su versión para el primer radio del pie<sup>70</sup>. Esta escala de valoración, internacionalmente aceptada para las articulaciones metatarsfalángica e interfalángica del hallux, contempla datos objetivos y subjetivos jerarquizando la importancia de los mismos: capacidad funcional

(máximo 45 puntos), dolor (máximo 40 puntos), alineación del hallux (máximo 15 puntos), con un máximo total de 100 puntos.

Los resultados numéricos también pueden ser categorizados<sup>6</sup> como excelente (91–100 puntos), bueno (81–90 puntos), regular (71–80 puntos), and malo (<70 puntos).

### **Tamaño de la cuña de osteotomía**

Se realizó medición intraoperatoria, con un pie de rey estándar, de la anchura longitudinal de la cuña extraída en la osteotomía a nivel de la máxima medida en la cortical dorsal.

## **5.6.2. VARIABLES SECUNDARIAS**

### **Demográficas**

Edad, sexo, lado (bilateralidad), índice de masa corporal (IMC).

### **Antecedentes e historia clínica**

Profesión habitual, categorizada como sedentaria, en bipedestación prolongada o de esfuerzo.

Práctica de deporte, categorizada como si ó no, y en su caso recreacional o profesional.

Antecedentes: artrosis idiopática, postraumática, reumática, inflamatoria.

Historia familiar de hallux rigidus, hallux valgus, pie plano u otra alteración estructural.

Tratamientos o intervenciones previas.

Problemas con el calzado.

Duración previa de los síntomas.

### **Inspección física**

Valoración subjetiva de la rigidez

Presencia de callosidades

## Dolor a presión en las cabezas metatarsales

### **Dolor**

Pre y postoperatoriamente se categorizó como ausente, leve, moderado o severo. Así mismo, se cuantificó por medio de una Escala Visual Analógica (EVA) para el dolor, de 0 (ausencia completa de dolor) a 10 (el mayor dolor posible). Este método ha sido validado para la cirugía del pie<sup>29</sup> y ampliamente utilizado por su seguridad y fiabilidad.

### **Otros aspectos subjetivos**

En las evaluaciones de seguimiento a partir de los 6 meses se preguntaba a los pacientes acerca de su impresión y satisfacción con la cirugía, respecto a:

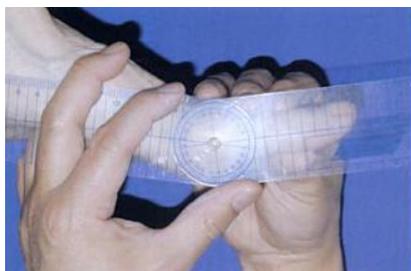
- Calzado: problemas con el calzado, no problemas.
- Satisfacción estética: excelente, bueno, regular y malo.
- Satisfacción global con el tratamiento<sup>29</sup>: excelente, bueno, regular, y malo. Excelente, cuando no refería problemas con su dedo o eran leves, y andaba sin dificultad o con dolor leve y ocasional. Bueno, cuando refería algún problema leve pero estaba satisfecho, andaba sin dificultad o con leve molestia y volvería a operarse. Regular, cuando refería dolor moderado, alguna dificultad al andar y tenía reservas respecto a la cirugía realizada. Malo, cuando refería dolor casi permanente, dificultad al andar y rechazaría la cirugía nuevamente.

### **Movilidad de la articulación metatarsofalángica**

Se midió la flexión dorsal y plantar pre, intra y postoperatoria mediante goniómetro (Fig. 45), utilizando el método de Hopson et al<sup>56</sup>. No se midió la movilidad activa, por estar influenciada por movimientos combinados del tobillo, subastragalina y cuneometatarsiana así como la acción del tendón del tibial anterior. Se midió solo la movilidad pasiva máxima, por considerar, al igual que otros autores<sup>53</sup>, que es la realmente útil para realizar la marcha.

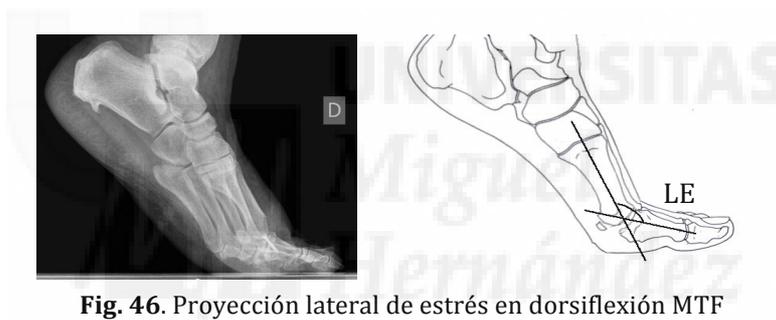
Para estandarizar la seguridad de la medida<sup>3</sup>, el tobillo se colocaba en flexión dorsal de 90°. Se consideró normal<sup>88</sup> una dorsiflexión metatarsofalángica pasiva de

80° y una plantarflexión de 15°, tomando como posición neutra la alineación de la falange proximal con el eje del primer metatarsiano.



**Fig. 45.** Medición de la MTF con goniómetro

Para este estudio se realizó, además, una proyección lateral con el antepié apoyado en máxima dorsiflexión de la MTF (*lateral stressed dorsiflexion, LED*)<sup>115</sup>. La rodilla estaba semiflexionada (unos 40°), con el talón levantado hasta realizar el apoyo del antepié en dorsiflexión máxima posible (Fig. 46).



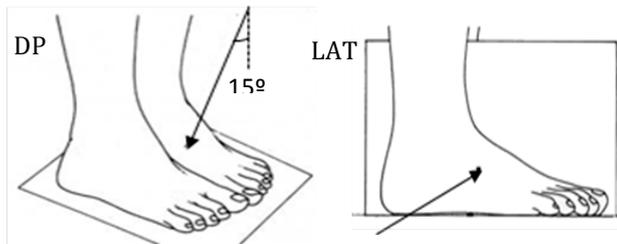
**Fig. 46.** Proyección lateral de estrés en dorsiflexión MTF

### **Evaluación radiográfica**

Se realizó estudio pre y postoperatorio. Se utilizaron proyecciones radiográficas estándar en la práctica clínica habitual, consistentes en visiones anteroposterior y lateral del pie en carga, de acuerdo a las recomendaciones de la AOFAS<sup>28</sup>.

Para evitar variabilidad, todas las radiografías se realizaron de acuerdo a un protocolo estandarizado, siguiendo las recomendaciones del Comité de Investigación de la AOFAS<sup>111</sup> para radiografías del pie, que considera suficiente la realización de proyecciones dorsoplantar y lateral del pie en carga. Para asegurar la mejor comparación posible, las proyecciones se realizaron con un estricto protocolo<sup>9</sup>. Para la proyección dorsoplantar en carga, el pie se colocaba sobre el chasis con el foco centrado en la segunda articulación cuneometatarsiana y con un

ángulo de 15° craneocaudal, para hacerlo perpendicular a los metatarsianos (Fig. 47). Para la proyección lateral en carga, ambos pies se colocaron paralelos sujetando entre ambos el chasis perpendicular al suelo, incidiendo el foco desde la parte lateral perpendicular en la cuña lateral. En ambos casos la distancia focal era de 1m y el régimen de disparo de 55 Kv y 6,3 mA.



**Fig. 47.** Metodica de proyecciones radiográficas dorsoplantar (DP) y lateral (LAT) en carga

Todas las imágenes radiográficas de nuestro centro son digitalizadas en origen y visualizadas mediante ordenador en una base de datos institucional (Web 1000 v. 5.1, Agfa-Gevaert, Bélgica), las cuales pueden ser procesadas y realizar mediciones lineales y angulares informáticamente (programa Impax, Agfa-Gevaert, Bélgica), lo cual mejora la eficacia de dichas mediciones.

### Evaluación radiométrica de la falange proximal

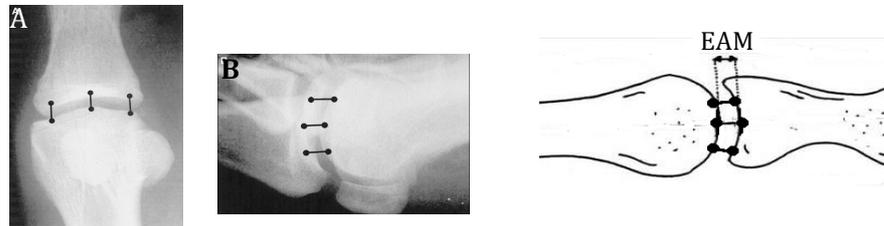
De las numerosas mediciones descritas, se seleccionaron aquellas que afectaban a la falange proximal, midiéndose pre y postoperatoriamente.

- Artrosis de la articulación interfalángica<sup>37</sup> (Fig. 48): Grupo 1, articulación normal clínica y radiográficamente. Grupo II, incremento de desviación en valgus de al menos 5°, pero el resto de la articulación es normal. Grupo III, no síntomas, pero con cambios degenerativos. Grupo IV, cambios artrósicos dolorosos.



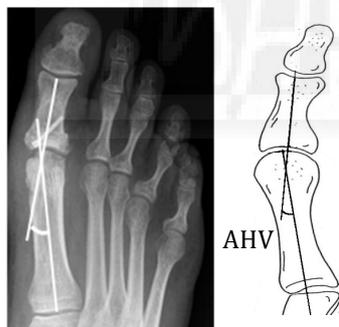
**Fig. 48.** Artrosis IF: I, sin afectación. II, desviación en valgus. III, estrechamiento espacio articular

- Anchura del espacio articular metatarsofalángico (EAM) del primer radio<sup>31</sup>: valor medio de la anchura articular medida en 3 puntos (Fig. 49) en las proyecciones dorsoplantar (A) y lateral (B).



**Fig. 49.** Medición del espacio articular en proyecciones dorsoplantar (A) y lateral (B)

- Ángulo del hallux valgus (AHV)<sup>28</sup> (Fig. 50): ángulo entre los ejes diafisarios medios del primer metatarsiano y la falange proximal. El valor normal es 15° o menor.
- Ángulo interfalángico (AIF)<sup>28</sup>: ángulo entre los ejes diafisarios medios de las dos falanges (Fig. 51).



**Fig. 50.** Medición del ángulo de hallux valgus (AHV)



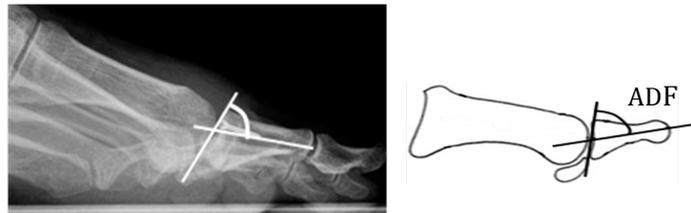
**Fig. 51.** Medición del ángulo interfalángico (AIF)

- Ángulo de dorsiflexión o de equino del hallux (HE)<sup>9</sup>: en radiografía lateral en carga, ángulo entre los ejes diafisarios del primer metatarsiano y la falange proximal (Fig. 52). Se define como equinus si < 15°.



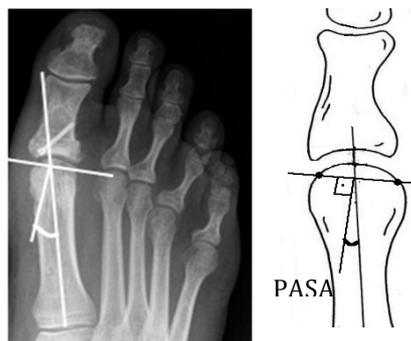
**Fig. 52.** Medición del hallux equinus (HE)

- Ángulo diáfiso-articular falángico (ADA): en proyección lateral, ángulo entre la base de la falange proximal y su eje diafisario medio (Fig. 53). No hemos encontrado descrito este ángulo.



**Fig. 53.** Medición del ángulo diáfiso-articular falángico (ADF)

- Ángulo articular de la cabeza del primer metatarsiano: o de la superficie articular proximal (PASA, *Proximal Articular Set Angle*), también llamado DMAA (*distal metatarsal articular angle*)<sup>24</sup>: en radiografía anteroposterior (Fig. 54), ángulo entre la línea articular distal del primer metatarsiano y una perpendicular a su eje diafisario. Su valor normal es entre 0° y 8°. Este ángulo representa la adaptación estructural del cartílago de la cabeza del primer metatarsiano. Los valores aumentados indican una posición desviada del primer dedo en el plano transversal, puesto que el cartílago articular estaría posicionado lateralmente.



**Fig. 54.** Medición del PASA



**Fig. 55.** Medición del DASA

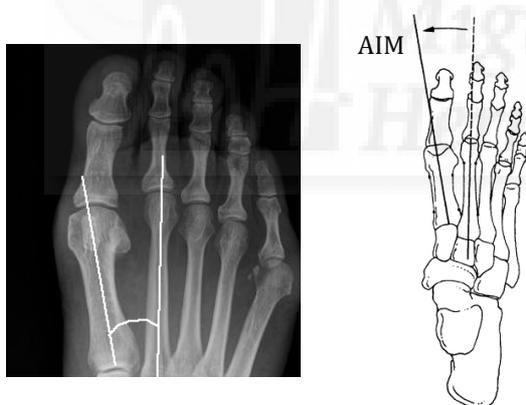
- Ángulo articular de la base de la falange proximal, o de la superficie articular distal (DASA, *Distal Articular Set Angle*)<sup>24</sup>, también llamado PPAA (*proximal phalangeal articular angle*): en radiografía

anteroposterior (Fig. 55), ángulo entre el eje diafisario de la falange proximal y una perpendicular a su articulación proximal. Su valor normal es entre 0º y 8º.

### Evaluación radiométrica del pie

Se midieron pre y postoperatoriamente. Existen multitud de mediciones lineales y angulares descritas en la literatura, pero la mayoría han sido consideradas innecesarias y sin valor pronóstico. Nosotros hemos seleccionado las aconsejadas por la AOFAS<sup>28</sup> o que hayan sido descritas como posibles factores etiopatogénicos de hallux rigidus. La reproducibilidad (intra- e inter-observadores) de las medidas angulares utilizadas ha sido previamente comprobada<sup>26</sup>.

- Ángulo intermetatarsiano 1º-2º (AIM)<sup>28</sup> (Fig. 56): ángulo entre los ejes diafisarios medios del 1º y 2º metatarsianos. Valor normal de 9º o menor.



**Fig. 56.** Medición del ángulo intermetatarsiano (AIM)

- Metatarsus aductus (MA)<sup>31</sup> (Fig. 57): posición relativa de los metatarsianos en relación al mediopié. Línea lateral (CC) del punto más lateral de articulación calcáneo-cuboidea al más lateral de articulación cuboides-5º metatarsiano. Línea medial (CA) del punto más medial de la articulación cuña-1º metatarsiano al más medial de articulación astrágalo-escafoidea. Se unen los puntos medios de ambas líneas (línea del tarso anterior o mediopié) y se traza una perpendicular a la misma. El ángulo entre esta última y el eje longitudinal del 2º metatarsiano determina la posición

relativa del antepié respecto del tarso anterior, dando la magnitud del metatarsus aductus. Valor normal de  $15^\circ$  o menor, aductus leve  $16^\circ$ - $19^\circ$ , moderado  $20^\circ$ - $25^\circ$ , severo más de  $25^\circ$ .



**Fig. 57.** Medición del ángulo metatarsus aductus (MA)

- Elevación del primer radio (MPE: metatarsus primus elevatus)<sup>57</sup> (Fig. 58): en radiografía lateral, diferencia (mm) entre las corticales dorsales del 1º y 2º metatarsianos a nivel de la unión cabeza-cuello. El valor normal es 8 mm o menor.



**Fig. 58.** Medición de la elevación del 1º metatarsiano.

- Ángulo declinación metatarsal (ADM)<sup>17</sup> (Fig. 59): evalúa la posición del 1º metatarsiano (eje longitudinal) en relación a la planta del pie. Su valor normal es de  $19^\circ$ - $25^\circ$ .



**Fig. 59.** Medición del ángulo de declinación del 1º metatarsiano.

## 5.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables fueron introducidas en una base de datos informatizada y todos los cálculos fueron realizados mediante el programa SPSS 15.0 (Chicago, EE.UU.).

### **Análisis descriptivo**

En las variables categóricas se calcularon las frecuencias absoluta y relativas, y en las variables continuas la media, el intervalo de confianza al 95% de la misma, desviación estándar y la amplitud del rango (mínimo y máximo).

Se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnoff para determinar la normalidad o no de las variables estudiadas.

### **Análisis inferencial**

La asociación de variables categóricas, como las demográficas, fue estudiada mediante la prueba chí cuadrado con corrección de Yates o exacta de Fisher.

Las diferencias de medias en las variables continuas fueron estudiadas mediante la prueba t-Student independiente o pareada, según procediera, o las prueba no paramétricas de U-Mann-Whitney o pareada de rango de signos de Wilcoxon. Las muestras pareadas se referían a comparación de datos pre y postoperatorios, como por ejemplo el rango de movimiento de la articulación metatarsfalángica. Para comparación de medias en variables categóricas politómicas se utilizó la prueba de Anova, seguido de la prueba post-hoc de Bonferroni. La correlación entre variables continuas se estudió con el método de Pearson o no paramétrico de Spearman.

Todos los contrastes fueron bilaterales y se consideraron como significativos aquellos valores de  $p < 0,05$ .

## VI. RESULTADOS

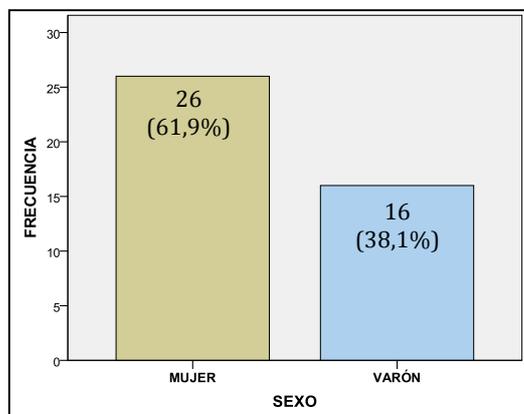
### 6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES

Entre 2009 y 2011 fueron incluidos en el estudio 42 pacientes, no habiendo pérdidas de seguimiento. Sus características preoperatorias se resumen en la Tabla 1.

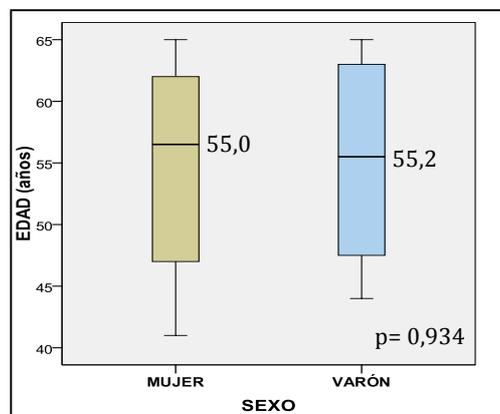
<b>Tabla 1. Características preoperatorias de los pacientes en estudio</b>	
<b>Sexo:</b> Mujer / Varón	26 (61,9%) / 16 (38,1%)
<b>Edad*</b>	55,1 [52,5-57,6], rango: 41-65 años
Lado: Dcho / Izqdo	23 (54,7%) / 19 (45,3%)
<b>Índice masa corporal*</b>	27,5 [26,1-28,8], rango:21,2-40,1 kg/m <sup>2</sup>
<b>Actividad laboral:</b>	
De esfuerzo	16 (38,1%)
Bipedestación prolongada	16 (38,1%)
Sedentaria	10 (23,8%)
<b>Actividad deportiva:</b> Si /No	26 (61,9%) / 16 (38,1%)
<b>Dolor en pie:</b>	
Severo	25 (59,5%)
Moderado	17 (40,5%)
Leve	0
<b>Restricción actividades:</b>	
No	10 (23,8%)
Moderada	19 (45,3%)
Severa	13 (30,9%)
<b>Duración de síntomas*</b>	25,1 [22,1-27,9], rango: 6-40 meses
<b>Tipo calzado:</b>	
Normal	15 (35,7%)
Blando	27 (64,3%)
Especial	0
<b>Grado proceso:</b>	
Grado I	0
Grado II	35 (83,3%)
Grado III	7 (16,7%)
Grado IV	0

\* Media [IC 95%], rango

Había 26 mujeres (61,9%) y 16 (38,1%) varones (Fig. 60), con una edad media de 55,1 años (rango, 41-65, IC 95% 52,5-57,6) (Fig. 61).



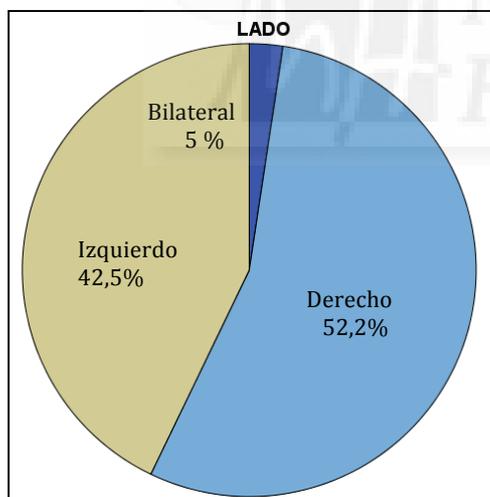
**Fig. 60.** Distribución por sexos



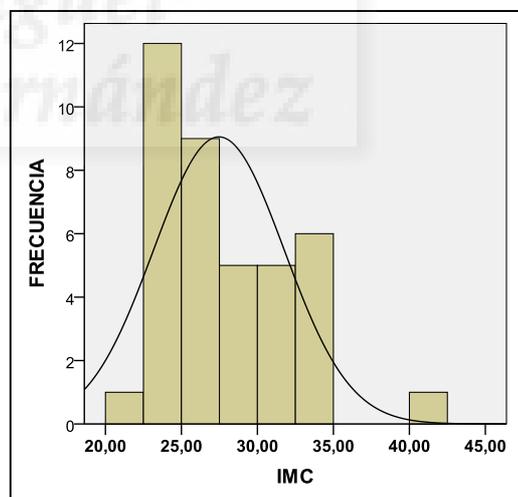
**Fig. 61.** Diagrama de caja, con edad media e IC 95%, según sexo

El lado derecho estaba afectado en 21 (52,5%) pacientes y el izquierdo en 17 (42,5%), y en 2 (5,0%) era bilateral (Fig. 62).

El índice de masa corporal (IMC) medio era 27,5 (rango, 21,2-40,1, IC 95% 26,1-28,8) (Fig. 63).



**Fig. 62.** Distribución según lado



**Fig. 63.** Histograma de Índice de masa corporal (IMC)

Realizaban profesión de esfuerzo 16 (38,1%) pacientes, con bipedestación prolongada 16 (38,1%), y sedentaria 10 (23,8%).

Practicaban algún tipo de deporte 26 (61,9%), todos amateur excepto un futbolista profesional.

Referían dolor subjetivo severo en 25 (59,5%) pies, y moderado en 17

(40,5%).

Usaban calzado normal 15 (35,7%), y calzado blando o con algún dispositivo 27 (64,3%), no utilizando ningún paciente zapato especial.

El dolor o incapacidad restringían sus actividades cotidianas y profesionales severamente en 13 (30,9%), moderadamente en 19 (45,3%), y no las restringían en 10 (23,8%).

El tiempo medio desde el inicio de los síntomas hasta la cirugía fue de 25,1 meses (rango, 6-40; IC 95%, 22,1-27,9).

El grado de hallux rigidus era grado-II en 35 (83,3%) pies y grado-III en 7 (16,7%).

El seguimiento postoperatorio medio fue de 2,7 años (rango, 2-3,8; IC95% 2,1-2,9) (Fig. 64).



**Fig. 64.** Radiografías postoperatorias a 2,5 años

## 6.2. RESULTADOS FUNCIONALES Y SUBJETIVOS

### Valoración funcional, escala AOFAS

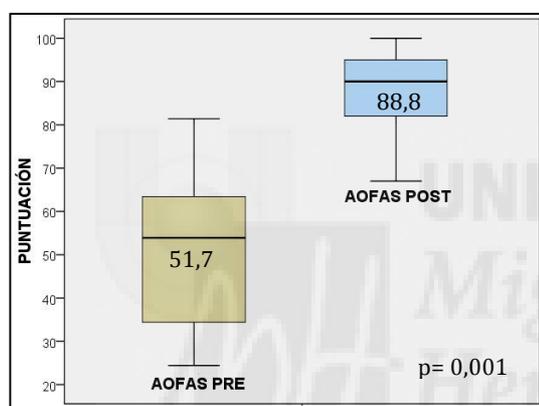
De acuerdo a las categorías de la escala AOFAS (Tabla 2), el resultado en la última evaluación era excelente en 20 (47,6%) pies, bueno en 14 (33,3%), regular en 7 (16,6%), y malo en 1 (2,5%), no habiendo diferencias respecto al grado de hallux rigidus ( $p= 0,321$ ). El mal caso se debía a presentar dolor continuo.

La valoración AOFAS (Fig. 65) se incrementó desde una puntuación media preoperatoria de 51,7 (rango, 25-82; IC95%, 46,5-56,8) a una postoperatoria de 88,8 (rango, 67,1-100; IC95%, 85,2-91,4), siendo esta diferencia estadísticamente

significativa ( $p= 0,001$ ).

<b>Tabla 2. Resultados AOFAS categorizados</b>			
	<b>Grado II</b>	<b>Grado III</b>	<b>Total</b>
<b>Excelente</b>	18	2	20
<b>Bueno</b>	12	2	14
<b>Regular</b>	4	3	7
<b>Malo</b>	1	0	1
<b>Total</b>	35	7	42

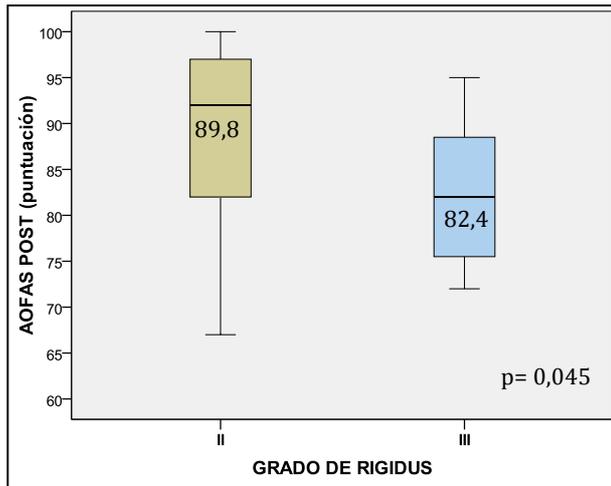
AOFAS: *American Orthopaedic Foot and Ankle Society*



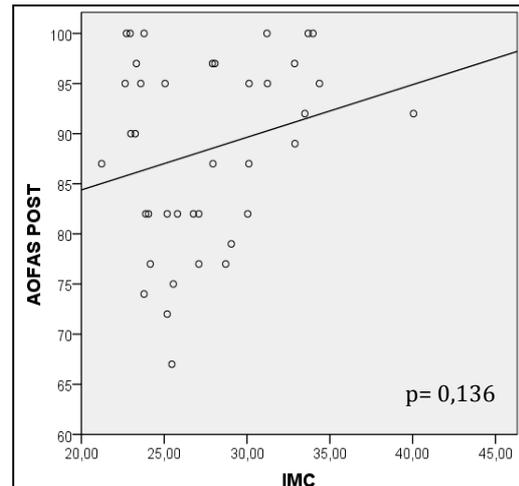
**Fig. 65.** Diagrama de caja, puntuación AOFAS pre y postoperatoria

Respecto a la puntuación AOFAS final, no había diferencia significativa entre sexos ( $p= 0,654$ ). Había diferencia significativa respecto al grado de hallux rigidus ( $p= 0,045$ ), de manera que a menor grado mejor resultado (Tabla 3, Fig. 66). No había correlación significativa entre AOFAS final y el IMC ( $r= 0,24$ ;  $p= 0,136$ ) (Fig. 67).

<b>Tabla 3. Puntuación AOFAS según grado de hallux rigidus</b>			
	<b>Grado II</b>	<b>Grado III</b>	<b>p</b>
Media	89,8	82,4	0,045
IC95%	86,9-92,8	73,7-91,1	
Rango	67-100	72-95	



**Fig. 66.** Diagrama de caja, puntuación AOFAS final versus grado de hallux rigidus



**Fig. 67.** Correlación AOFAS final versus índice masa corporal

### Movilidad articular

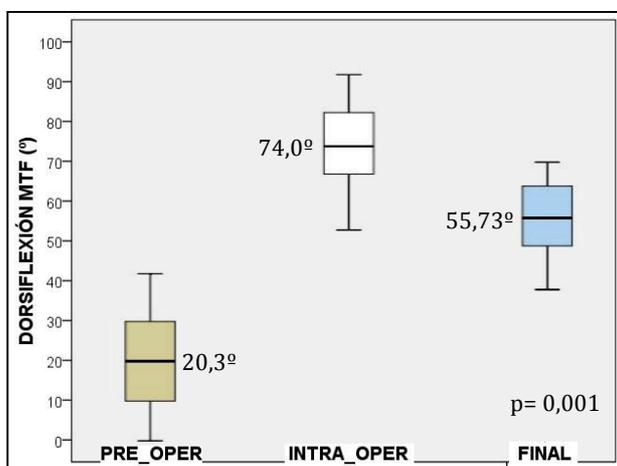
Las medias de movilidades pasivas medidas con goniómetro se muestran en la Tabla 4. Respecto al preoperatorio, la dorsiflexión MTF aumentó significativamente ( $p=0,001$ ) intraoperatoriamente tras realización de la osteotomía falángica, para luego decrecer significativamente ( $p= 0,001$ ) en la evaluación final (Fig. 68). No obstante, la diferencia el preoperatorio y el resultado final era significativa ( $p= 0,001$ ).

**Tabla 4. Movilidad del primer dedo**

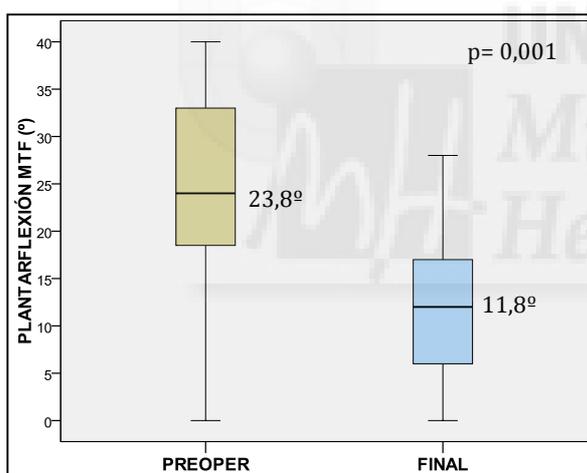
	Preoperatoria	Intraoperatoria	Final	p
<b>Dorsiflexión MTF</b>	20,3º (0º-42º) [16,1º-24,4º]	74,0º (53º-82º) [70,6º-77,4º]	55,7º (38º-70º) [52,7º-58,6º]	0,001
<b>Máx. dorsiflexion MTF</b>	26,4º (3º-56º) [22,3º-30,4º]		58,7º (34º-59º) [54,9º-62,5º]	0,001
<b>Plantarflexión MTF</b>	23,8º (0º-40º) [20,3º-27,4º]		11,8º (0-28º) [9,4º-14,1º]	0,001
<b>Flexión IF</b>	9,3º (0º-16º) [8,3º-10,3º]		8,4º (0-14º) [7,6º-9,2º]	0,001

Valor medio en grados (rango) [intervalo de confianza 95% de la media]. MTF: metatarsofalángica. IF: interfalángica. Máx dorsiflexión MTF: valorada con radiografía de estrés

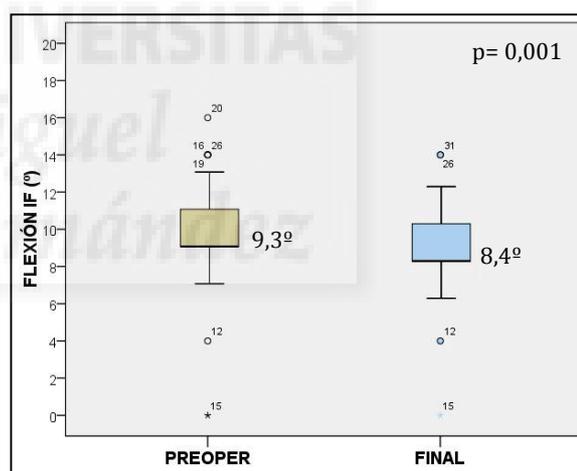
La flexión plantar MTF final (Fig. 69), disminuyó significativamente ( $p=0,001$ ) respecto al preoperatorio, al igual que la flexión IF ( $p=0,001$ ) (Fig. 70).



**Fig. 68.** Dosiflexión MTF, preoperatoria, intraoperatoria y final

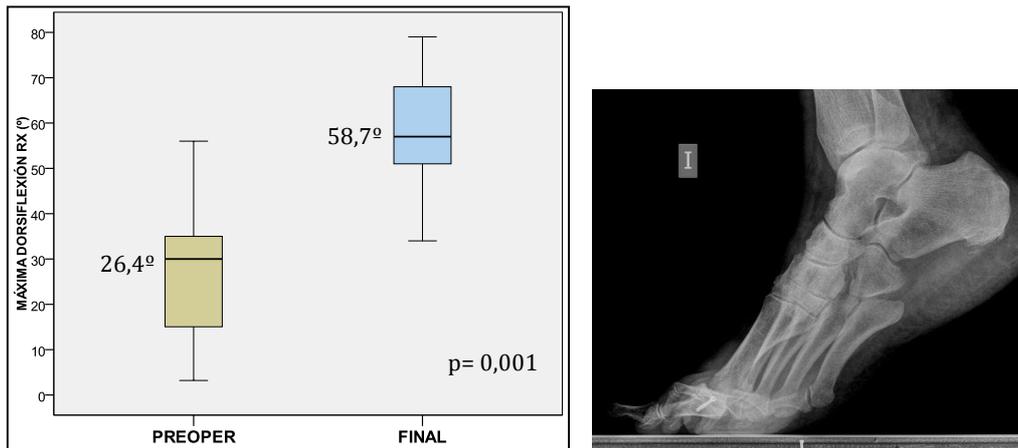


**Fig. 69.** Plantarflexión MTF, preoperatoria y final



**Fig. 70.** Flexión IF, preoperatoria y final

Mediante radiografía lateral de estrés, la flexión dorsal MTF pasiva máxima (Fig. 71) presentó un valor medio preoperatorio de 26,4° (rango, 3-56; IC95%, 22,3-30,4), aumentando significativamente a 58,7° (34-59; IC 95% 54,9-62,5) en el último seguimiento ( $p=0,001$ ) (Tabla 4).



**Fig. 71.** Diagrama de máxima dorsiflexión MTF con radiografía de estrés, preoperatoria y final. Radiografía de resultado postoperatorio

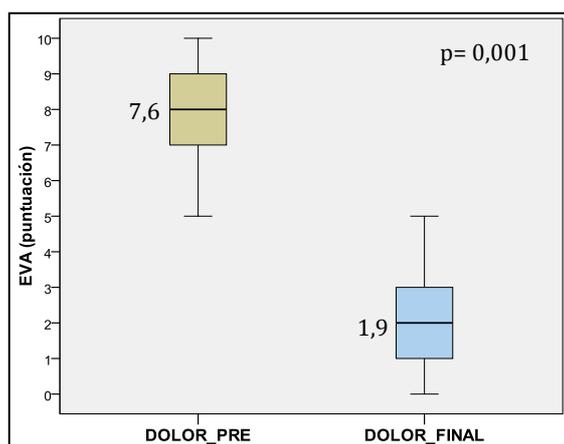
Respecto al grado de hallux rigidus (Tabla 5), no había diferencias significativas de la dorsiflexión MTF ( $p= 0,831$ ), plantarflexión MTF ( $p= 0,197$ ), o flexión IF ( $p= 0,450$ ).

Tabla 5. Movilidad final según grado de hallux rigidus			
	Grado II	Grado III	p
<b>Dorsiflexión MTF</b>	56.0 (38-70)	51.7 (38-64)	0.831
<b>Plantarflexión MTF</b>	13.8 (4-22)	2.3 (0-10)	0.197
<b>Flexión IF</b>	8.8 (6-14)	6.8 (0-10)	0.450

Valor medio en grados (rango) [intervalo de confianza 95% de la media]. MTF: metatarsofalángica. IF: interfalángica.

### Valoración del dolor, escala analógica visual

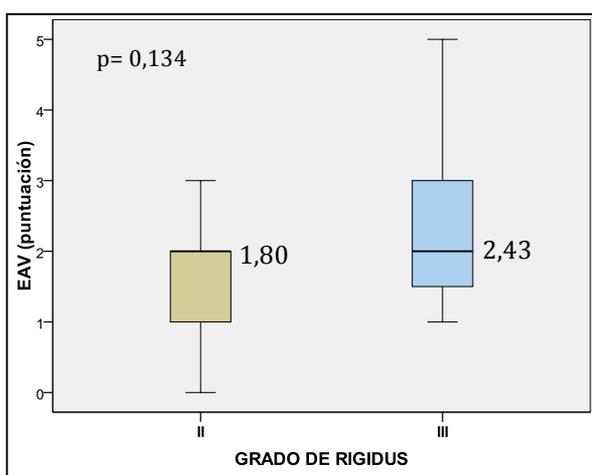
El dolor con EVA disminuyó desde una puntuación media preoperatoria de 7,6 (rango, 5-10; IC95%, 7,2-8,1) a una postoperatoria de 1,9 (rango, 0-5; IC95%, 1.6-2.2), siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $p<0,001$ ) (Fig. 72).



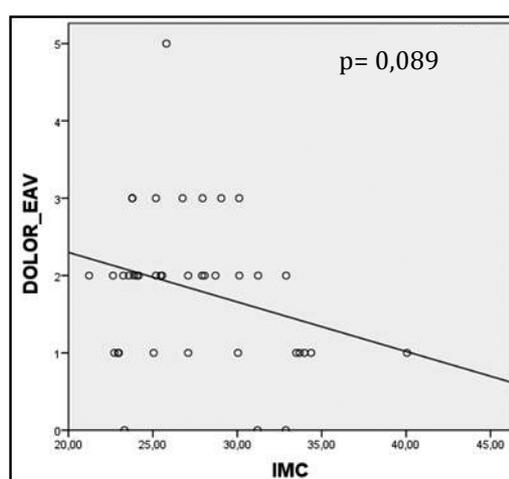
**Fig. 72.** Diagrama de caja, puntuación EVA-dolor pre y postoperatoria

Respecto a la puntuación EVA-dolor final (Tabla 6), no había diferencia significativa entre sexos ( $p= 0,442$ ), ni respecto al grado de hallux rigidus ( $p= 0,134$ ) (Fig. 73). No había correlación significativa entre EVA-dolor final y el IMC ( $r= -0,27$ ;  $p= 0,089$ ) (Fig. 74).

<b>Tabla 6. Puntuación EVA-dolor según grado de hallux rigidus</b>			
	<b>Grado II</b>	<b>Grado III</b>	<b>p</b>
Media	1,80	2,43	0,134
IC95%	1,4-2,1	1,1,-3,7	
Rango	0-3	1-5	



**Fig. 73.** Diagrama de caja, puntuación EVA-dolor final versus grado de hallux rigidus



**Fig. 74.** Correlación EVA-dolor final versus índice masa corporal

### Inspección física

No hubo pacientes que refirieran dolor de transferencia a los metatarsianos menores o presentaran callosidades plantares en las cabezas de los mismos.

Dos pacientes, ambos grados II de hallux rigidus, presentaron callosidad bajo la cabeza del primer metatarsiano. Uno tenía hallux valgus neutro, con metatarsus elevatus de 8,9 mm y ángulo de declinación metatarsal de 21,3°, resultando con AOFAS de 87 puntos (buena) y satisfacción buena. El otro presentaba hallux valgus de 15°, con metatarsus elevatus de 6,5 mm y ángulo de declinación metatarsal de 22,8°, resultando con AOFAS 100 puntos (excelente) y satisfacción buena.

### Valoraciones subjetivas y satisfacción

La frecuencia del uso de calzado normal aumentó significativamente ( $p=0,001$ ) en la evaluación final (Tabla 7).

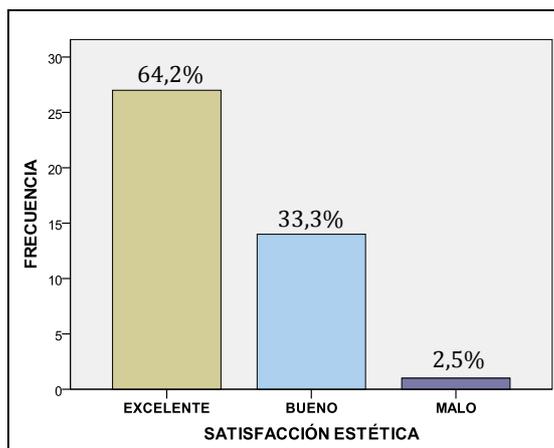
	<b>Calzado normal</b>	<b>Calzado blando</b>	<b>Calzado especial</b>
<b>Preoperatorio</b>	15 (35,7%)	27 (64,3%)	0
<b>Postoperatorio</b>	36 (85,7%)	6 (14,3%)	0

Todos los pacientes volvieron a sus ocupaciones laborales a las 3-4 semanas postoperatorias. Sólo un paciente refería limitaciones para la práctica deportiva.

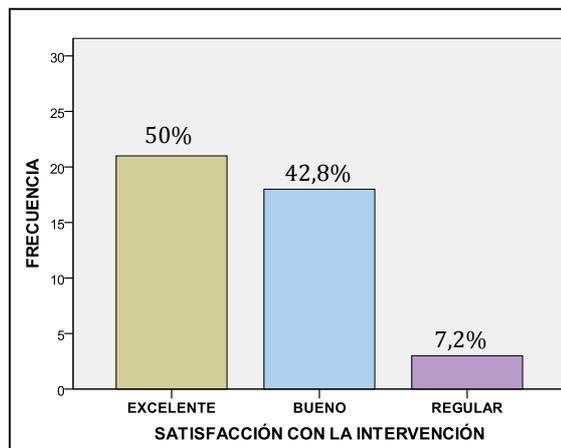
En relación al resultado estético, 27 (64,2%) pacientes referían un resultado excelente, 14 (33,3%) bueno y 1 (2,5%) malo (Fig. 75).

Respecto a la satisfacción global con el resultado de la operación, referían ser excelente en 21 (50,0%) pacientes, buena en 18 (42,8%), y regular en 3 (7,2%) (Fig. 76).

Los 3 pacientes con satisfacción global regular tenían una puntuación AOFAS de al menos 82 puntos. Uno estaba insatisfecho con la elevación del dedo, otro por presentar dolor ocasional y no poder practicar su deporte habitual, y el otro por haber precisado de la extracción del tornillo.



**Fig. 75.** Satisfacción con el resultado estético



**Fig. 76.** Satisfacción con el resultado global de la operación

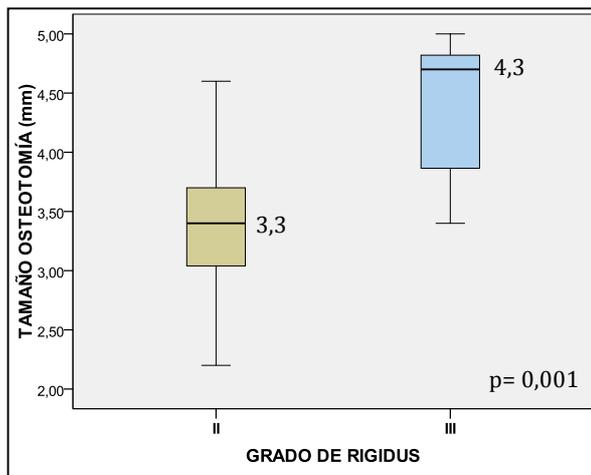
### 6.3. TAMAÑO DE LA CUÑA DE OSTEOTOMÍA

El tamaño de la cuña ósea extraída con la osteotomía falángica tenía un tamaño medio de 3,5 mm (rango, 2,2-5,0), con IC 95% de 3,3-3,7 mm, en el conjunto de la muestra.

#### Relación con el grado de hallux rigidus

Había diferencias significativas del valor medio de la osteotomía dependiendo del grado de hallux rigidus ( $p= 0,001$ ), de manera que cuanto menor grado menor tamaño de la osteotomía (Tabla 8, Fig. 77).

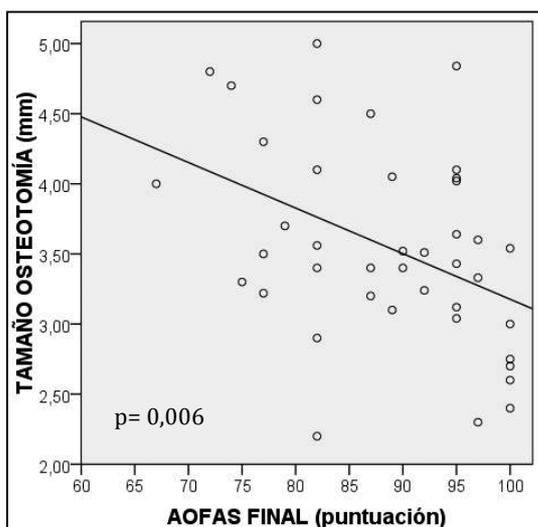
<b>Tabla 8. Tamaño de osteotomía según grado de hallux rigidus</b>			
	<b>Grado II</b>	<b>Grado III</b>	<b>p</b>
Media	3,3	4,3	0,003
IC95%	3,1-3,5	3.7-4,9	
Rango	2,2-4,6	3,4-5,0	



**Fig. 77.** Diagrama de caja, valores de la osteotomía falángica según grado de hallux rigidus. Radiografía de resultado postoperatorio

### Relación con el resultado funcional

Había una correlación significativa ( $r = -0,41$ ;  $p = 0,006$ ) entre el tamaño de la osteotomía y la puntuación AOFAS final (Fig. 78), de manera que mayor puntuación AOFAS correspondía a menor tamaño de la osteotomía.



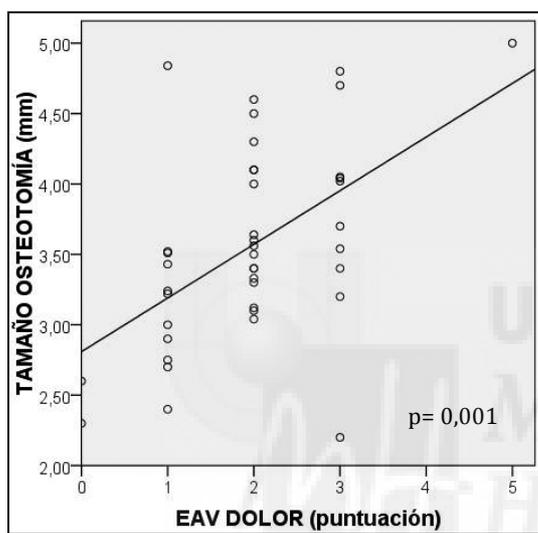
**Fig. 78.** Correlación tamaño osteotomía versus categorías AOFAS.

### Relación con el dolor

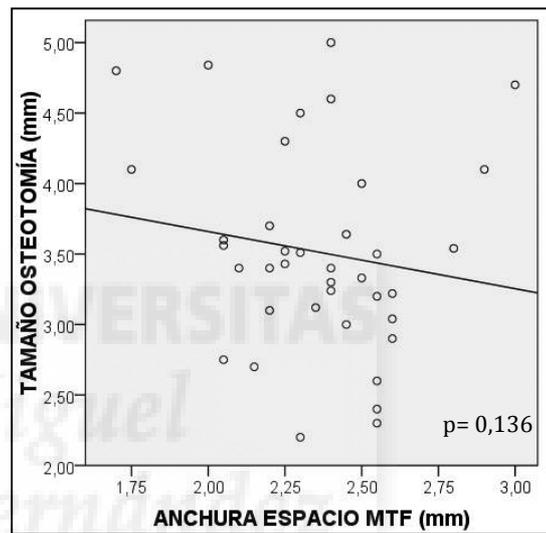
Así mismo, había una correlación significativa ( $r= 0,58$ ;  $p= 0,001$ ) entre el tamaño de la osteotomía y la puntuación EVA-dolor (Fig. 79), de manera que mayor anchura correspondía a mayor dolor.

### Relación con el espacio articular

El tamaño de la osteotomía no tenía correlación significativa con la anchura del espacio MTF final ( $r= -0,24$ ;  $p= 0,136$ ) (Fig. 80).



**Fig. 79.** Correlación tamaño osteotomía versus EVA-dolor final.



**Fig. 80.** Correlación tamaño osteotomía versus anchura del espacio MTF final

## 6.4. RESULTADOS RADIOGRÁFICOS

En todos los casos se produjo la consolidación de la osteotomía falángica (Fig. 81).

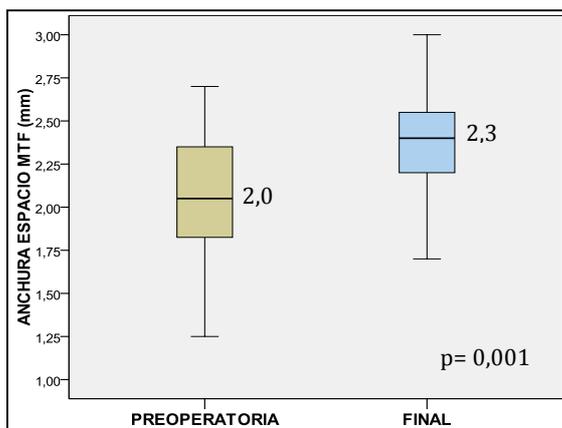
En el último seguimiento, no hubo aumento de degeneración articular en MTF o en IF.



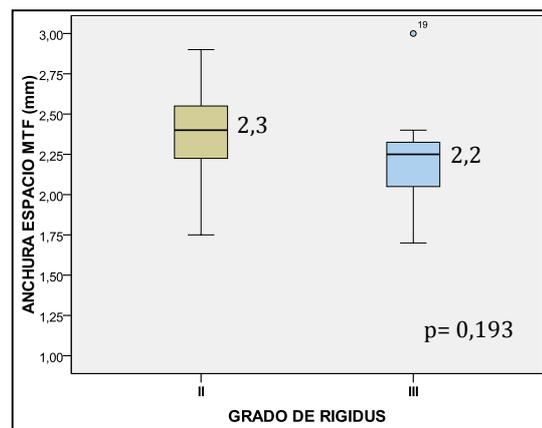
**Fig. 81.** Radiografías de resultados de la osteotomía tras 18 meses

### Espacio articular metatarsofalángico

El espacio articular MTF aumentó significativamente ( $p= 0,001$ ) desde una puntuación media preoperatoria de 2,0 (rango, 1,2-2,7; IC95%, 1,9-2,1) a una postoperatoria de 2,3 (rango, 1,7-3,0; IC95%, 2,2-2,4) (Fig. 82). No había diferencias significativas ( $p= 0,193$ ) del espacio articular MTF final respecto al grado de hallux rigidus (Tabla 9, Fig. 83-84).



**Fig. 82.** Anchura del espacio articular MTF



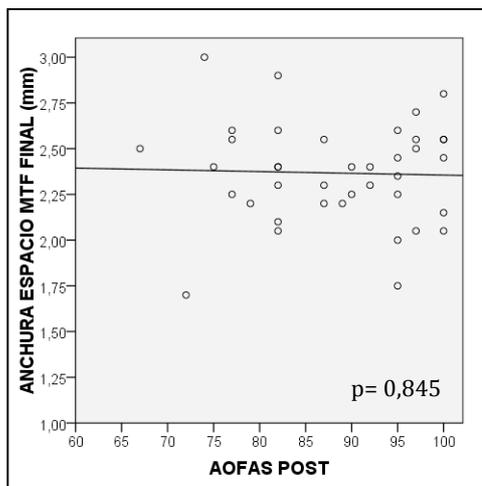
**Fig. 83.** Relación entre anchura del espacio articular MTF y grado de hallux rigidus

Tabla 9. Anchura del espacio articular MTF final		
	Grado-II	Grado-III
Media	2,3	2,2
IC95%	2,3-2,4	1,8-2,6
rango	1,8-2,9	1,7-3,0

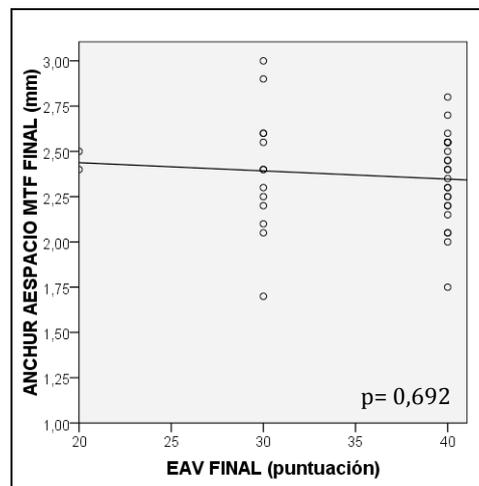


**Fig. 84.** Radiografías pre y postoperatorias, en paciente con hallux rigidus grado III, con aumento del espacio articular MTF

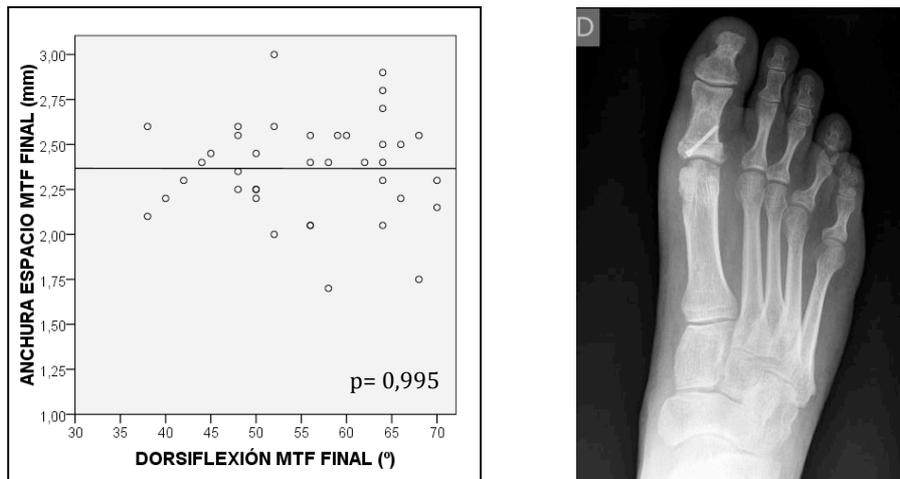
No había una correlación significativa entre el espacio articular MTF final y la puntuación AOFAS final ( $r= -0,03$ ;  $p= 0,845$ ), la puntuación EVA-dolor final ( $r= -0,06$ ;  $p= 0,692$ ), o la dorsiflexión final ( $r= -0,01$ ;  $p= 0,995$ ) (Figs. 85-87).



**Fig. 85.** Correlación anchura espacio MTF final y AOFAS final



**Fig. 86.** Correlación anchura espacio MTF final y dolor (EVA) final

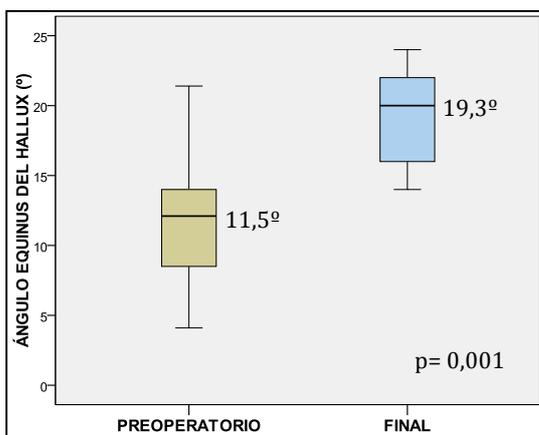


**Fig. 87.** Correlación anchura espacio MTF final y dorsiflexión MTF final. Resultado postoperatorio

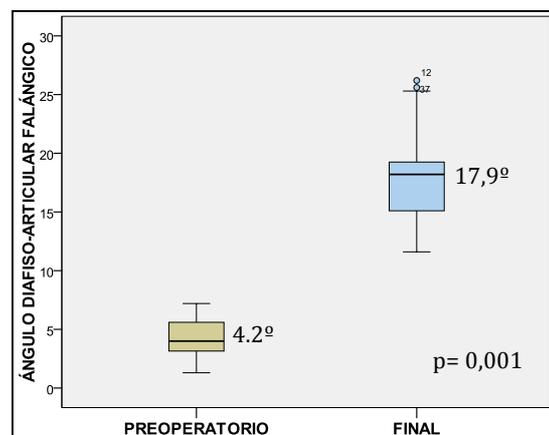
### Radiometría del pie

Respecto a las variables de radiometría de la falange proximal, como era de esperar debido a la osteotomía dorsiflexora, el valor medio del ángulo de hallux equinus (HE) aumentó significativamente ( $p= 0,001$ ) del preoperatorio al postoperatorio (Tabla 10) (Fig. 88).

Por la misma razón, el ángulo diáfiso-articular falángico (ADA) también aumentó significativamente ( $p= 0,001$ ) (Tabla 10) (Fig. 89).



**Fig. 88.** Ángulo equinus del hallux (HE)



**Fig. 89.** Ángulo diáfiso-articular falángico (ADF)

Por el contrario, no se alteraron los otros parámetros radiométricos que no afectaban directamente a la falange proximal (Tabla 11), como los ángulos de hallux valgus (AHV), intermetatarsal entre 1º y 2º (M1/M2), de declinación del 1º metatarsiano (ADM), o elevación del primer metatarsiano (MPE) (Fig. 90).

**Tabla 10. Valores radiométricos (I)**

	<b>HE</b>	<b>ADA</b>	<b>AHV</b>	<b>AIF</b>	<b>DASA</b>
<b>Preoperatorio</b>	11,5 (4-22) [10,3-12,7]	4,2 (1,3-7,2) [3,7-4,8]	13,3 (9-30) [2,9-13,8]	12,4 (6,7-16,6) [11,2-13,0]	4,9 (1,4-13,0) [4,0-5,7]
<b>Postoperatorio</b>	19,3 (14-24) [18,2-20,3]	17,9 (11,6-26,2) [16,7-19,1]	14,3 (10-30) [12,7-15,2]	11,7 (8-14) [10,3-12,8]	5,3 (2-12) [4,9-5,6]
<b>p</b>	0,001	0,001	0,287	0,456	0,423

Valores media (rango) [IC95% de la media]. HE: hallux equinus; ADA: ángulo diáfiso-articular falángico. AHV: ángulo hallux valgus. AIF: ángulo interfalángico. DASA, articulación proximal de la falange proximal

**Tabla 11. Valores radiométricos (II)**

	<b>PASA</b>	<b>IMT</b>	<b>ADM</b>	<b>MPE</b>
<b>Preoperatorio</b>	5,7 (0-22) [4,2-7,1]	7,7 (5,6-14,2) [7,0-8,4]	19,6 (9,2-30,1) [17,8-21,3]	7,6 (5,0-10,9) [7,1-8,1]
<b>Postoperatorio</b>	5,3 (0-20) [4,6-6,9]	7,2 (6,0-15,9) [5,2-11,9]	21,2 (10,6-33,4) [17,9-24,4]	7,2 (5,0-9,9) [7,1-11,0]
<b>p</b>	0,660	0,142	0,215	0,256

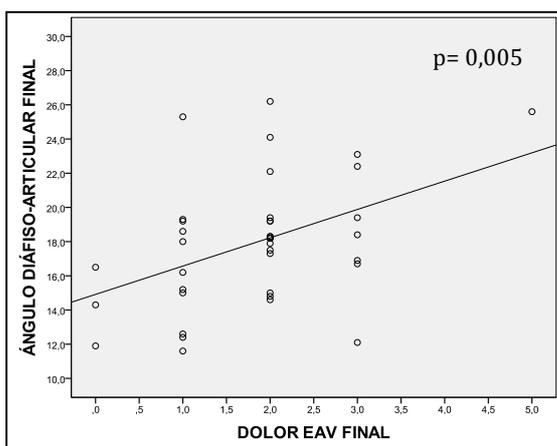
Valores media (rango) [IC95% de la media]. PASA: articulación distal del metatarsiano; IMT: ángulo intermetatarsiano. ADM: ángulo declinación metatarsal. MPE: metatarsus primus elevatus.



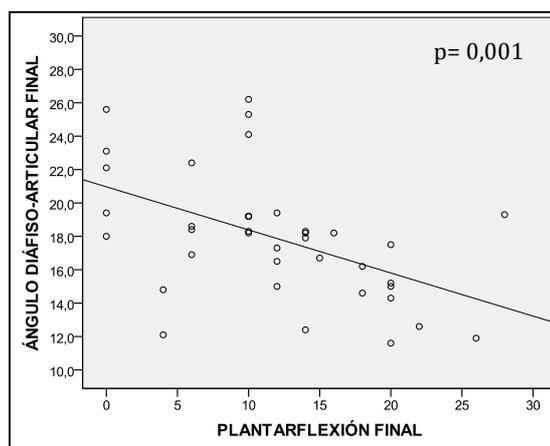
**Fig. 90.** Radiografías postoperatorias en bipedestación, tras 10 meses de la osteotomía

El resultado de la dorsiflexión falángica producida por la osteotomía, en términos del ángulo de hallux equinus (HE), no presentaba correlación significativa con la puntuación AOFAS ( $r= 0,12$ ;  $p= 0,189$ ), dolor medico con EVA ( $r= -0,25$ ;  $p= 0,119$ ) o dorsiflexión MTP ( $r= 0,03$ ;  $p= 0,854$ ). Así mismo, no se correlacionaba con el ángulo de declinación metatarsal (ADM,  $r= 0,42$ ;  $p= 0,362$ ) o la distancia de metatarsus primus elevatus (MPE,  $r= 0,33$ ;  $p= 0,481$ ).

Del mismo modo, tomando como referencia el ángulo diáfiso-cortical falángico (ADA) resultante, este no se correlacionaba significativamente con la puntuación AOFAS ( $r= -0,30$ ;  $p= 0,061$ ), dorsiflexión MTP ( $r= -0,11$ ;  $p= 0,490$ ), ADM ( $r= 0,13$ ;  $p= 0,172$ ) o MPE ( $r= 0,18$ ;  $p= 0,289$ ). Por el contrario, había una correlación significativa entre ADA y dolor EVA ( $r= 0,44$ ;  $p= 0,005$ ) y con la flexión plantar MTP ( $r= -0,50$ ;  $p= 0,001$ ), de manera que mayor ángulo ADA correspondía mayor dolor (Fig. 88) y menor flexión plantar (Fig. 89).



**Fig. 86.** Correlación ángulo ADA vs. Dolor final



**Fig. 87.** Correlación ángulo ADA vs. Flexión plantar MTF

## 6.5. COMPLICACIONES

Como complicación intraoperatoria hubo un caso de sección del tendón extensor largo del dedo gordo, que fue inmediatamente suturado, resultando con 82 puntos de la escala AOFAS y con satisfacción excelente.

Hubo otro paciente con infección superficial, tratado con antibioterapia y cura local, sin necesidad de cirugía de revisión, resultando con 92 puntos de la escala AOFAS y con satisfacción excelente.

En 2 pacientes hubo de extraer el tornillo por irritación y molestias (Fig. 91), debido a defecto técnico en su colocación, a los 12 y 16 meses, respectivamente. Resultaron uno con 95 puntos AOFAS y satisfacción excelente, y el otro ya referido con 97 puntos AOFAS y satisfacción regular. En ambos casos la extracción se realizó bajo anestesia local.



**Fig. 91.** Radiografía mostrando tornillo protruyendo, que hubo de ser retirado tras consolidación de la osteotomía.





## VII. DISCUSIÓN

Se dispone de un limitado número de pacientes en los pocos estudios publicados sobre la osteotomía de Moberg<sup>85</sup> para el tratamiento del hallux rigidus, lo que ha conllevado una evidencia de resultados insuficiente hasta la fecha. A nuestro entender, este sería el tercer estudio prospectivo con cirugía abierta al respecto.

En nuestro estudio, la técnica de osteotomía falángica de cuña dorsal combinada con queilectomía ha resultado satisfactoria en seleccionados pacientes activos menores de 65 años con moderado hallux rigidus. Todos nuestros pacientes resultaron con una significativa mejoría de la dorsiflexión MTF y eliminación o marcada reducción del dolor tras un seguimiento postoperatorio mínimo de 2 años. Al final del seguimiento había un incremento medio de 35,4º de dorsiflexión MTF pasiva, y de 37,1 puntos en la escala AOFAS, con al menos 81 puntos (resultado bueno o excelente) en el 80,9% de los pacientes. Así mismo, el 92,8% de los pacientes referían una satisfacción con la cirugía buena o excelente.

### **Discusión general**

Se han descrito diversos procedimientos quirúrgicos para el tratamiento de este problema. Sin embargo, hasta la fecha no hay consenso para el proceder en los casos moderados a severos de la enfermedad. Con la artrodesis se han obtenido resultados satisfactorios<sup>45</sup> en los casos de grado avanzado, pero algunos pacientes consideran inaceptable la rigidez permanente del dedo gordo, especialmente los pacientes activos laboralmente. Además, la artrodesis no está libre de complicaciones severas<sup>30,37</sup>, como la artritis interfalángica o la metatarsalgia por transferencia. Por ello, los procedimientos quirúrgicos con preservación de la articulación, como la queilectomía o las osteotomías, pueden tener un papel importante cuando la artrodesis no se considere adecuada.

La queilectomía teóricamente favorece la dorsiflexión MTF y el alivio del dolor al eliminar el osteofito metatarsal dorsal y liberar las estructuras periarticulares. Realizada de manera aislada aporta resultados satisfactorios en el estadio inicial del hallux rigidus<sup>75</sup>, pero en los casos más avanzados ha tenido una alta tasa de fracasos a medio y largo plazo<sup>95</sup>, con necesidad de cirugía subsecuentes. En un estudio retrospectivo a largo plazo<sup>30</sup>, se observó que tras queilectomía había evidencias de progresión radiográfica de esclerosis periarticular MTF, con pérdida progresiva de la anchura del espacio articular y de la dorsiflexión.

Las osteotomías metatarsales del primer radio han sido empleadas en grados II y III de la enfermedad, basándose en que el acortamiento metatarsal permite una relajación de los tendones flexores y extensores y de la cápsula articular MTF, disminuyendo las fuerzas de compresión sobre dicha articulación<sup>66,98</sup>. Derner et al<sup>33</sup>, en un estudio sobre 33 osteotomías de acortamiento y plantarflexión en grado II y III de hallux rigidus, revisadas prospectivamente a los 33 meses, referían un incremento de la dorsiflexión de 5° (que ellos consideraban significativo), a pesar de no haber incremento de la anchura del espacio articular. Ellos referían un 85% de resultados satisfactorios con significativo incremento de la puntuación AOFAS, con 4 pacientes (12%) con metatarsalgia por transferencia y limitación para actividades cotidianas, de los que uno tuvo que ser revisado quirúrgicamente.

Por el contrario, otros autores encontraron diversos inconvenientes con las osteotomías<sup>98</sup>. Muchas de las osteotomía metatarsales propuestas tienen por objetivo el corregir el metatarsus primus elevatus, basados en la teoría etiopatogénica de Lambrinudi<sup>72</sup>, pero en un estudio radiográfico más reciente<sup>30</sup> sobre 120 pacientes con hallux rigidus se comprobó que en esa población el 94% tenía un valor normal de la distancia de hallux primus elevatus, sugiriendo que este factor no era un predisponente para la enfermedad. Las osteotomías de acortamiento y descompresión mediante plantarflexión de la cabeza del primer metatarsiano pueden reducir la presión sobre la articulación MTF, pero se han descrito una inaceptable tasa de complicaciones, al producir en muchos casos sesamoiditis, metatarsalgia por transferencia a los metatarsianos menores, inestabilidad del primer radio o necrosis avascular<sup>104</sup>. Además, presentan una alta

tasa de fracturas de estrés, pseudoartrosis o necesidad de retirar el material de osteosíntesis<sup>98</sup>.

La osteotomía de cuña dorsal en la base de la falange proximal fue inicialmente descrita por Bonney and Macnab<sup>14</sup> in 1952, y sus resultados publicados por Kessel y Bonney<sup>65</sup> para el tratamiento de 9 adolescentes. Algo más tarde, Moberg<sup>85</sup> publicó la extensión de la técnica a una pequeña serie de 8 pacientes adultos, estableciendo satisfactorios resultados a corto plazo. El concepto de esta osteotomía falángica era colocar el dedo gordo en una posición de mayor extensión, a costa de sacrificar la flexión plantar de la articulación MTP, para obtener una dorsiflexión MTP más eficaz e indolora para el despegue de la marcha.

En una revisión sistemática de la literatura<sup>97</sup>, se observó que la asociación de osteotomía dorsiflexora de la falange proximal asociada a queilectomía claramente ofrecía satisfactorios resultados objetivos y subjetivos, con una baja incidencia de necesidad de revisión quirúrgica. Por ello, consideraban esta técnica combinada con de primera línea en el tratamiento del hallux rigidus, aunque también referían la necesidad de más estudios de cohortes prospectivos.

Aunque los resultados publicados hasta el momento han sido esperanzadores, todavía es difícil obtener conclusiones de valor debido a la escasez de estudios, al pequeño tamaño de los mismos y al generalmente corto seguimiento y diseño retrospectivo. Hasta el momento, en la literatura se dispone de 3 estudios retrospectivos de corto tamaño y seguimiento cuyas evidencias son de baja calidad<sup>14,65,85</sup>, 6 retrospectivos con moderada evidencia<sup>13,21,91,112,116,125</sup>, y 2 prospectivos<sup>67,120</sup>. Encontramos otro prospectivo<sup>83</sup>, pero la técnica había sido realizada con cirugía percutánea por lo que sus resultados no eran adecuadamente comparables a los de este estudio. Además, se han descrito reseñas de presentaciones de estudios retrospectivos, cuyos resultados no han sido publicados en revistas con revisión por pares (*peer review*), por lo que no son considerados para discusión en este estudio.

Debido a esto, la discusión debió limitarse a unos pocos estudios que aportaban suficientes datos o realizaban análisis estadístico de sus resultados.

## Resultados funcionales

En relación a la valoración funcional mediante la escala AOFAS, nuestros resultados fueron similares a los descritos en otros estudios. Aunque la mayoría de estos no aportaban datos objetivos, sus resultados fueron categorizados como buenos o excelentes en el 78% al 90% de los casos a medio plazo<sup>13,116</sup>, y del 78% al 80% en los estudios con seguimiento largo<sup>21,91</sup>. Al igual que en nuestro estudio, la mayoría de los pacientes no tuvieron restricción en sus actividades habituales. Wingenfeld et al<sup>125</sup> en un estudio retrospectivo de 45 pacientes encontró un significativo aumento de la escala AOFAS de 44 preoperatoria a 79 postoperatoria, con el 82% de los pacientes satisfechos con la cirugía a los 26 meses. En un estudio prospectivo, Kilmartin<sup>68</sup> comparó 49 pacientes tratados con osteotomía falángica de Moberg con 59 pacientes tratados con osteotomías metatarsales, aunque desafortunadamente en este último grupo se emplearon una diversidad de técnicas. Los pacientes tenían una edad media de 53 años y el seguimiento postoperatorio medio fue de 29 meses. Ellos encontraron similares resultados en ambos grupos, aunque el grupo de osteotomía falángica presentaba una satisfacción mayor. En este último grupo la puntuación AOFAS preoperatoria era de 43, aumentando a 88 en el postoperatorio. El 65% de los pacientes estaba completamente satisfecho, el 24% satisfecho con reservas y el 11% insatisfecho. En otro estudio prospectivo, Waizy et al<sup>120</sup> compararon 43 pacientes tratados con osteotomía falángica de Moberg asociada a queilectomía con 27 pacientes tratados solo con queilectomía, con una edad media de 55 años y un seguimiento medio de 96 meses. Obtuvieron significativamente mejores resultados en el grupo de osteotomía, en el que había 74% de pacientes con satisfacción respecto a la cirugía realizada. Mesa-Ramos et al<sup>83</sup> realizaron un estudio prospectivo de 22 pacientes (26 pies) a los que realizaron osteotomía falángica dorsal combinada a quelicetomía de forma percutánea, encontrando un aumento de la escala AOFAS de 58 a 92 tras seguimiento de 18 meses, sin relación con el grado de hallux rigidus.

## Movilidad

Respecto a la dorsiflexión MTF pasiva, todos los estudios retrospectivos a medio plazo refieren una mejoría de la misma<sup>13,116,125</sup>. Sin embargo, un estudio a

largo plazo<sup>21</sup> encontró que no había mejoría de la dorsiflexión, mientras que otro<sup>91</sup> encontraba una ganancia similar a la de nuestro estudio. En un estudio retrospectivo, Wingenfeld et al<sup>125</sup> encontraba que la movilidad media preoperatoria era 12º de dorsiflexión y 17º de plantarflexión, incrementándose postoperatoriamente a 34º la dorsiflexión y a 33º la plantarflexión. En un estudio prospectivo, Kilmartin<sup>67</sup> no observó diferencias significativas de la dorsiflexión MTF entre el pre y el postoperatorio a los 29 meses de la osteotomía falángica. Por el contrario, en el estudio prospectivo de Waizy et al<sup>120</sup> encontraron un incremento significativo de 21º a los 96 meses de realizar osteotomía falángica combinada con queilectomía.

En nuestro estudio, la dorsiflexión MTF se incrementó notablemente inmediatamente de realizada la osteotomía, aunque decreció al final del seguimiento postoperatorio. No obstante, había un incremento significativo de 35,4º respecto al preoperatorio. Este incremento fue también objetivado mediante las radiografía de estrés en dorsiflexión. Por otro lado, en nuestro estudio hubo una disminución, aunque no significativa, de la flexión plantar MTF y de la flexión plantar IF, al igual que describían otros autores<sup>13</sup>.

Al igual que nosotros, todos los autores<sup>13,91,116,120,125</sup> que asociaban queilectomía a la osteotomía falángica encontraron un aumento significativo de la dorsiflexión MTF. Una posible explicación de nuestros resultados es que la dorsiflexión MTF pudo haber sido favorecida por la resección de los osteofitos (queilectomía) y la liberación de las partes blandas periarticulares, sobre todo en la cara plantar.

### **Espacio articular MTF**

Al final del seguimiento, había un incremento significativo de la anchura del espacio articular MTF, pero esto no se relacionaba significativamente con la puntuación AOFAS, el dolor medido con EVA, la dorsiflexión MTF o la amplitud de la osteotomía. Otros autores piensan que los resultados clínicos son independientes del grado radiográfico<sup>91</sup>. Por el contrario, Kilmartin<sup>67</sup> encontró que tras la osteotomía falángica no había variación del espacio articular MTF.

### **Radiometría del pie**

En nuestro estudio no hubo cambios significativos de las mediciones radiográficas en el pie entre el pre y el postoperatorio, ni casos de metatarsalgia por transferencia o de artritis interfalángica del primer radio.

Southgate and Urray<sup>112</sup>, realizaron un análisis de presiones en un estudio retrospectivo comparando 10 pacientes con osteotomía falángica y 20 con artrodesis, con un seguimiento medio de 12 años. Ellos observaron que tras la osteotomía falángica estaba incrementada la carga sobre la cabeza del primer metatarsiano, pero no sobre la del quinto. En los pacientes con artrodesis eran más frecuentes las callosidades plantares, presentando una sobrecarga del quinto metatarsiano, lo que sugería que en muchos pacientes artrodesados la marcha se realizaba con apoyo del borde lateral del pie.

Igualmente, Rees et al<sup>91</sup> realizaron una revisión de podogramas, encontrando que el 75% de los pacientes tratados con osteotomía falángica apoyaban a través del primer radio, en discreta pronación del pie. Sin embargo también observaron que otro 25% cargaban sobre los metatarsianos menores, de los cuales el 47% tenían un mal resultado clínico, y los casos con dolor moderado a severo tendían a descargar el dedo gordo. Kilmartin<sup>67</sup> refería que el 8% de sus pacientes desarrolló una metatarsalgia por transferencia.

### **Tamaño de la osteotomía**

En nuestro estudio, se encontró una asociación significativa entre el tamaño de la osteotomía y la valoración funcional mediante la escala AOFAS, de manera que una mejor función se correlacionaba con un menor tamaño. Esto podía ser debido a que la mayor tasa de resultados satisfactorios se encontraba en los casos con grado II, en los que el tamaño de la osteotomía era menor. Sin embargo, el tamaño de la osteotomía también se correlacionaba con el dolor medido con EVA, de manera que un menor tamaño correspondía a menor dolor. Esto podía deberse a que una excesiva dorsiflexión de la falange proximal podría conducir a una sobrecarga de la cabeza metatarsal durante la marcha. En nuestro estudio, había una correlación positiva entre la dorsiflexión anatómica realizada en la falange proximal (ángulo diáfiso-articular) y dolor medido con EVA, así como una

correlación negativa con la flexión plantar MTF. Sin embargo, solo dos pacientes presentaron callosidad (indolora) bajo la cabeza del primer metatarsiano y ellos tenían un tamaño de osteotomía de 3,0 y 3,5 mm, respectivamente.

No hay acuerdo en la literatura respecto al tamaño apropiado de la osteotomía dorsiflexora falángica. Kessel y Bonney<sup>65</sup> propusieron un gráfico para calcular dicho tamaño dependiendo del tamaño del hueso falángico, pero para obtener una angulación de la falange de 30° se precisaba realizar una resección dorsal de cerca de 20 mm. Thomas y Smith<sup>116</sup> utilizaron un modelo trigonométrico para estimar el aumento estimado de dorsiflexión teórica con la osteotomía dorsiflexora de la falange proximal. Ellos encontraron que, matemáticamente, una resección de 6 mm podría conducir a un cambio de 19° en la angulación falángica en dorsiflexión, y una resección de 4 mm a una angulación de 12°. Seibert y Kadakia<sup>104</sup> propusieron calcular el tamaño de la osteotomía preoperatoriamente, de manera que permitiera un ángulo de 30° de dorsiflexión del dedo en relación a la diáfisis del metatarsiano, o de aproximadamente 15° en relación a la superficie plantar del pie. Easley y Wiesel<sup>36</sup>, en una descripción de la técnica quirúrgica, recomendaban realizar una resección del 25% de la longitud de la falange proximal, aproximadamente de unos 8 mm. Wingenfeld et al<sup>125</sup> referían que utilizaban rutinariamente una osteotomía de 2-3 mm, en pacientes grados I-III.

En nuestro estudio, la amplitud dorsal media de la osteotomía fue de 3,5 mm (con un rango de 2,2 a 5 mm), con una correlación significativa con la escala AOFAS y el dolor con EVA. En los pacientes con AOFAS excelente el tamaño medio de la osteotomía fue de 3,1 mm (con un IC 95% de 2,7 a 3,6), y en los pacientes con AOFAS bueno fue de 3,6 mm (con un IC 95% 3,2 a 4,0). Por ello, nosotros pensamos que un tamaño de 3-4 mm puede ser suficiente para obtener resultados satisfactorios. Podríamos hipotizar que un mayor tamaño podría conducir a una posición del dedo gordo en excesiva dorsiflexión, lo que podría conllevar una metatarsalgia por sobrecarga de la cabeza del primer metatarsiano, aunque nuestros resultados requieren de confirmación por otros futuros estudios.

## Complicaciones y revisiones

Intraoperatoriamente hubo un caso con sección del aparato extensor durante el acceso quirúrgico, que tras reparación no tuvo consecuencias funcionales. Un paciente tuvo infección superficial, que se resolvió sin cirugía. Dos pacientes precisaron de cirugía de revisión, ambos bajo anestesia local, para retirada del tornillo debido a irritación de la cabeza por defecto técnico en su colocación, con buen resultado funcional, pero con insatisfacción en uno de ellos.

Todos los estudios refieren consolidación de la osteotomía<sup>13,21,67,91,116,120,125</sup>. Algunos estudios previos no refieren complicaciones ni cirugías de revisión<sup>91,116,112,120</sup>. La tasa de infección era baja y en todos superficial y sin consecuencias clínicas<sup>91</sup>.

Se han descrito secuelas menores. Blyth et al<sup>13</sup> refieren un caso de disestesia al nervio cutáneo dorsomedial, atribuida a irritación por el osteofito dorsal. También Waizy et al<sup>120</sup> refieren que 4 pacientes (6,6%) presentaron hipoestesia en la zona dorsomedial de la falange proximal.

La tasa de cirugía de revisión es baja<sup>13,21</sup>, precisando posterior artrodesis del 5% al 10%. Rees et al<sup>91</sup> en una serie de 108 cirugías encontraron 4 pacientes (3,7%) con revisión quirúrgica, de los que uno fue para estabilizar la aguja de Kirschner con que había sido mantenida la osteotomía, y los otros tres por recurrencia del dolor, siendo tratados con nueva queilectomía en un caso y con artrodesis en los otros dos. Kilmartin<sup>67</sup> prospectivamente encontró que 5 pacientes (11%) requirieron cirugía de revisión por dolor. Roukis<sup>97</sup>, en una revisión sistemática de la literatura sobre osteotomía falángica asociada a queilectomía, refería que 18 pacientes (4,8%) precisaron de cirugía de revisión, en 5 casos no se citaba la causa y en los otros 13 casos por recurrencia del dolor.

## VIII. CONCLUSIONES

1º. La osteotomía dorsiflexora falángica muestra resultados beneficiosos, al menos a corto plazo, para el tratamiento del hallux rigidus moderado en pacientes activos.

2º. Es una técnica fiable y reproducible, que produce un aumento de la función y disminución del dolor.

3º. La combinación de la osteotomía con la queilectomía aumenta la movilidad metatarsofalángica, lo que unido a lo anterior, evita la restricción de actividades.

4º. La osteotomía no altera los parámetros radiométricos del pie, ni sobrecarga el primer radio o los metatarsianos menores por transferencia.

5º. El tamaño de la osteotomía no debe ser excesivo, considerando suficiente una resección de 3 a 4 mm.



## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **Aas M, Johnsen TM, Finsen A.** Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux rigidus: optimal position of fusion. *Foot*. 2008;18:131-5.
2. **Ahn TK, Kitaoka HB, Luo ZP, An KN.** Kinematics and contact characteristics of the first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle Int*. 1997;18:170-4.
3. **Arbuthnot JE, Cheung G; Balain B, et al.** Replacement arthroplasty of the first metatarsophalangeal joint using a ceramic-coated endoprosthesis for the treatment of hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg*. 2008;47:500-4.
4. **Asunción Márquez J, Martín Oliva X.** Hallux rigidus: etiología, diagnóstico, clasificación y tratamiento. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2010; 54:321-8.
5. **Barouk LS.** Osteotomies of the great toe. *J Foot Surg*. 1992;31:388-99.
6. **Becker HP, Ebner S, Ebner D, Benesch S, Frossler H, Hayes A, et al.** 12-Year outcome after modified Watson-Jones tenodesis for ankle instability. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;358:194-204.
7. **Beertema W, Draijer WF, van Os JJ, Pilot P.** A retrospective analysis of surgical treatment in patients with symptomatic hallux rigidus: long-term follow-up. *J Foot Ankle Surg*. 2006;45:244-51.
8. **Beeson P, Phillips C, Corr S, Ribbans W.** Classifications systems for hallux rigidus: a review of the literature. *Foot Ankle Int*. 2008;29:407-14.
9. **Beeson P, Phillips C, Corr S, Ribbans WJ.** Cross-sectional study to evaluate radiological parameters in hallux rigidus. *Foot*. 2009b;19:7-21.
10. **Beeson P, Phillips C, Corr S, Ribbans WJ.** Hallux rigidus: a cross-sectional study to evaluate clinical parameters. *Foot*. 2009a;19:80-92.
11. **Berlet GC, Hyer CF, Lee TH, Philbin TM, Hartman JF, Wright ML.** Interpositional arthroplasty of the first MTP joint using a regenerative tissue matrix for the treatment of advanced hallux rigidus. *Foot Ankle Int*. 2008;29:10-21.
12. **Bingold AC, Collins DH.** Hallux rigidus. *J Bone Joint Surg Br*. 1950;32B:214-

- 22.
13. **Blyth MJG, Mackay DC, Kinninmonth AWG.** Dorsal wedge osteotomy in the treatment of hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg.* 1998;37:8–10.
14. **Bonney G, Macnab I.** Hallux valgus and hallux rigidus: a critical survey of operative results. *J Bone Joint Surg Br.* 1952;34B:366–85.
15. **Brage ME, Ball ST.** Surgical options for salvage of end-stage hallux rigidus. *Foot Ankle Clin.* 2002;7:49-73.
16. **Bryant AR, Tinley P, Cole JH.** Plantar pressure and joint motion after the Youngswick procedure for hallux limitus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2004;94:22–30.
17. **Bryant A, Tinley P, Singer K.** A comparison of radiographic measurements in normal, hallux valgus, and hallux limitus feet. *J Foot Ankle Surg.* 2000;39:39-43.
18. **Calvo A, Viladot R, Giné J, Álvarez F.** The importance of the length of the first metatarsal and the proximal phalanx of hallux in the etiopathogeny of the hallux rigidus. *Foot Ankle Surg.* 2009;15:69-74.
19. **Camasta CA.** Hallux limitus and hallux rigidus: clinical examination, radiographic findings and natural history. *Clin Podiatr Med Surg.* 1996;13:423-48.
20. **Canseco K, Long J, Marks R, Khazzam M, Harris G.** Quantitative motion analysis in patients with hallux rigidus before and after cheilectomy. *J Orthop Res.* 2009;27:128-34.
21. **Citron N, Neil M.** Dorsal wedge osteotomy of the proximal phalanx for hallux rigidus: long term results. *J. Bone Joint Surg Br.* 1987;69-B:835-7.
22. **Cotterill J.** Stiffness of the great toe in adolescents. *Br Med J* 1888;1:1158-62.
23. **Coughlin MJ.** Conditions of the forefoot. En: DeLee J, Drez D (ed). *Orthopaedic sports medicine: principles and practice.* Philadelphia: WB Saunders, 1994: 221–44.
24. **Coughlin MJ.** Proximal first metatarsal. En: Kitaoka HB (ed.). *The foot and ankle. Master techniques in orthopaedic surgery.* 2<sup>a</sup> ed. Lippincott Williams Wilkins, Philadelphia, 2002a:135-45.
25. **Coughlin MJ, Abdo RV.** Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint

- with Vitallium plate fixation. *Foot Ankle Int.* 1994b;15:18-28.
- 26. Coughlin M, Freund E.** The reliability of angular measurements in hallux valgus deformities. *Foot Ankle Int.* 2001;225:369 –79.
- 27. Coughlin MJ, Mann RA.** Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint as salvage for the failed Keller procedure. *J Bone Joint Surg Am.* 1987; 69-A:68–75.
- 28. Coughlin M, Saltzman C, Nunley J.** Angular measurements in the evaluation of hallux valgus: a report of the ad hoc committee of the American Orthopedic Foot and Ankle Society on angular measurements. *Foot Ankle Int.* 2002b;23:68-74.
- 29. Coughlin MJ, Shurnas PJ.** Soft-tissue arthroplasty for hallux rigidus. *Foot Ankle Int.* 2003c;24:661-72.
- 30. Coughlin MJ, Shurnas PS.** Hallux rigidus: grading and long-term results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 2003a; 85-A:2072–88.
- 31. Coughlin MJ, Shurnas PS.** Hallux rigidus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int.* 2003b;24:731-43.
- 32. Davies-Colley MR.** Contraction of the metatarsophalangeal joint of the great toe. *Br Med J.* 1887;1:728-32.
- 33. Derner R, Goss K, Postowski HD, Parsley N.** A plantarflexory-shortening osteotomy for hallux rigidus: a retrospective analysis. *J Foot Ankle Surg.* 2005;44:377-89.
- 34. Drago JJ, Oloff L, Jacobs AM.** A comprehensive review of hallux limitus. *J Foot Surg.* 1984;23:213–20.
- 35. Easley M, Davis W, Anderson R.** Intermediate to long-term follow-up of medial approach dorsal cheilectomy for hallux rigidus. *Foot Ankle Int.* 1999;20:147–52.
- 36. Easley ME, Wiesel SW.** Operative techniques in foot and ankle surgery. Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins, 2010, 121-5.
- 37. Fitzgerald, JAW.** A review of long-term results of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Br.* 1969;51-B:488-93.
- 38. Flavin R, Stephens MM.** Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint using a dorsal titanium contoured plate. *Foot Ankle Int.* 2004; 25:783 -7.

39. **Frey C, Andersen GD, Feder KS.** Plantarflexion injury to the metatarsophalangeal joint ("sand toe"). *Foot Ankle Int.* 1996;17:576-81.
40. **Giannini S, Ceccarelli F, Faldini C, Bevoni R, Grandi G, Vannini F.** What's new in surgical options for hallux rigidus? *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A(Suppl 2):72-83.
41. **Gibson A, Thomson CE.** Arthrodesis or total replacement arthroplasty for hallux rigidus. *Foot Ankle Int.* 2005; 26:680-90.
42. **Gilheany MF, Landorf KB, Robinson P.** Hallux valgus and hallux rigidus: a comparison of impact on health-related quality of life in patients presenting to foot surgeons in Australia. *J Foot Ankle Res.* 2008;1:14-9.
43. **Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL.** Anatomy and biomechanics of the first ray. *Phys Ther.* 1999;79:854-9.
44. **Gonzalez JV, Garrett PP, Jordan MJ, Reilly CH.** The modified Hohmann osteotomy: an alternative joint salvage procedure for hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg.* 2004;43:380-8.
45. **Goucher NR, Coughlin MJ.** Hallux metatarsophalangeal joint arthrodesis using dome-shaped reamers and dorsal plate fixation: a prospective study. *Foot Ankle Int.* 2006; 27:869-76.
46. **Gould N, Schneider W, Ashikaga T.** Epidemiological survey of foot problems in the continental United States: 1978-1979. *Foot Ankle Int.* 1980;1:8-10.
47. **Goodfellow J.** Aetiology of hallux rigidus. *Proc R Soc Med.* 1966;59:821-4.
48. **Haddad SL.** The use of osteotomies in the treatment of hallux limitus and hallux rigidus. *Foot Ankle Clin.* 2000;5:629-61.
49. **Hamilton WG, O'Malley MJ, Thompson FM, Kovatis PE.** Capsular interposition arthroplasty for severe hallux rigidus. *Foot Ankle Int.* 1997;18:68-70.
50. **Harrison M.** Hallux limitus. *J Bone Joint Surg Br.* 1971;53-B:772-5.
51. **Hattrup SJ, Johnson KA.** Subjective results of hallux rigidus following treatment with cheilectomy. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;226:182-91.
52. **Heaney SH.** Phalangeal osteotomy for hallux rigidus. *J Bone Joint Surg Br.* 1970;52-B:799-82.
53. **Hetherington VJ, Johnson RE, Albritton JS.** Necessary dorsiflexion of the

- first metatarsophalangeal joint during gait. *J. Foot Surg.* 1990;29:218-22.
54. **Hiss JM.** Functional foot disorders. Los Angeles: Los Angeles Press Company, 1937:251-9.
55. **Hohmann G.** Zur hallux valgus operation. *Zentralbl Chir.* 1924;51:230-5.
56. **Hopson MM, McPoil TG, Cornwall MW.** Motion of the first metatarsophalangeal joint: reliability and validity of four measurement techniques. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1995;85:198-204.
57. **Horton GA, Park YW, Myerson MS.** Role of metatarsus primus elevates in the pathogenesis of hallux rigidus. *Foot Ankle Int.* 1999;20:777-80.
58. **Jack EA.** The aetiology of hallux rigidus. *Br J Surg.* 1940;27:492-7.
59. **Johnson CH, Christensen C.** Biomechanics of the first ray. Part I. The effects of peroneus longus function: a three dimensional kinematic study on a cadaver model. *J. Foot Ankle Surg.* 1999;38:313-21.
60. **Johnson KA.** Total replacement arthroplasty of the first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle.* 1981;1:307-14.
61. **Jordan HH, Brodsky AE.** Keller operation for hallux valgus and hallux rigidus: a end-result study. *Arch Surg.* 1951;62:586-96.
62. **Joseph J.** Range of movement of the great toe in men. *J Bone Joint Surg Br.* 1954;36-B:450-4.
63. **Keiserman LS, Sammarco VJ, Sammarco GJ.** Surgical treatment of the hallux rigidus. *Foot Ankle Clin N Am.* 2005;10:75-96.
64. **Kennedy JG, Brodsky AR, Gradl G, Bohne WH.** Outcomes after interposition arthroplasty for treatment of hallux rigidus. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;445:210-5.
65. **Kessel L, Bonney G.** Hallux rigidus in the adolescent. *J Bone Joint Surg Br.* 1958;40-B:668-73.
66. **Kilmartin TE.** Metatarsal osteotomy for hallux rigidus: an outcome study with three different osteotomy techniques compared with Keller's excisional arthroplasty. *Br J Podiatr.* 2000;3:95-101.
67. **Kilmartin TE.** Phalangeal osteotomy versus first metatarsal decompression osteotomy for the surgical treatment of hallux rigidus: a prospective study of age-matched and condition-matched patients. *J Foot Ankle Surg.* 2005a;44:2-

- 12.
68. **Kilmartin LS, Sammarco VJ, Sammarco GJ.** Surgical treatment of the hallux rigidus. *Foot Ankle Clin N Am.* 2005b;10:75-96.
69. **Kilmartin TE, Wallace WA, Hill TW.** Orthotic effect on metatarsophalangeal joint extension: a preliminary study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1991;81:414-7.
70. **Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M.** Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349-53.
71. **Konkel KF, Menger AG, Retzlaff SA.** Results of metallic hemi-great toe Implant for grade III and early grade IV hallux rigidus. *Foot Ankle Int.* 2009;30:653-60.
72. **Lambrinudi C.** Metatarsus primus elevatus. *Proc R Soc Med.* 1938;31:1273-3.
73. **Lapidus PW.** "Dorsal bunion": its mechanics and operative correction. *J Bone Joint Surg Am.* 1940;22-A:627-37.
74. **Larsen WJ** (ed). *Embriología humana*, 3ª ed. Madrid: Elsevier, 2002.
75. **Lin J, Murphy A.** Treatment of hallux rigidus with cheilrectomy using a dorsolateral approach. *Foot Ankle Int.* 2009;30:115-9.
76. **Llanos Alcázar LF, Maceira Suárez E.** Biomorfología. En: Núñez-Samper M, Llanos Alcázar LF (eds.). *Biomecánica, medicina y cirugía del pie.* 2ª ed. Barcelona: Elsevier-Masson, 2007:49-66.
77. **Mackey RB, Thompson AB, Kwon O, Mueller MJ, Johnson JE.** The modified oblique Keller capsular interpositional arthroplasty for hallux rigidus. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92-A:1938-46.
78. **Makwana NK.** Osteotomy of the hallux proximal phalanx. *Foot Ankle Clin.* 2001;6:455-71.
79. **Mann R, Clanton T.** Hallux rigidus: treatment by cheilectomy. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70-A:400-6.
80. **Mann RA, Coughlin MJ, DuVries HL.** Hallux rigidus: a review of the literature and a method of treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;142:57-63.
81. **McMaster MJ.** The pathogenesis of hallux rigidus. *J Bone Joint Surg Br.* 1978;60-B:82-7.
82. **Merkle PF, Sculco TP.** Prosthetic replacement of the first

- metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle*. 1989;9:267-71.
- 83. Mesa-Ramos M, Mesa-Ramos F, Carpintero P.** Evaluation of the treatment of hallux rigidus by percutaneous surgery. *Acta Orthop Belg*. 2008;74:222–6.
- 84. Meyer JO, Nishon LR, Weiss L, Docks G.** Metatarsus primus elevatus and the etiology of hallux rigidus. *J Foot Surg*. 1987;26:237–41.
- 85. Moberg E.** A simple operation for hallux rigidus. *Clin Orthop Relat Res*. 1979;142:55-6.
- 86. Nilsson H.** Hallux rigidus and its treatment. *Acta Orthop Scand*. 1930;1:295-303.
- 87. Parvizi J, Kitaoka HB.** proximal phalangeal (Moberg) osteotomy. En: Kitaoka HB (ed.). *The foot and ankle. Master techniques in orthopaedic surgery*. 2<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins, 2002:135-45.
- 88. Phillips RD, Law EA, Ward ED.** Functional motion of the medial column joints of the foot during propulsion. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1996;86:474-86.
- 89. Pons M, Alvarez F, Solana J, Viladot R, Varela L.** Sodium hyaluronate in the treatment of hallux rigidus: a single blind, randomized study. *Foot Ankle Int*. 2007;28:38–42.
- 90. Pulavarti RS, McVie JL, Tulloch CJ.** First metatarsophalangeal joint replacement using the bio-action great toe implant: intermediate results. *Foot Ankle Int*. 2005;26:1033-7.
- 91. Rees RJ, Northover JR, Hartley RH, Henry APJ.** Extension osteotomy for hallux rigidus with dorsal impingement. *Foot*. 16:125-129, 2006.
- 92. Regnauld B.** *The foot: pathology, aetiology, semiology, clinical investigation and treatment*. Berlin: Springer-Verlag, 1986:335-50.
- 93. Ronconi P, Monachino P, Baleanu PM, Favilli G.** Distal oblique osteotomy of the first metatarsal for the correction of hallux rigidus deformity. *J Foot Ankle Surg*. 2000;39:154-60.
- 94. Roukis TS.** Hallux proximal phalanx Akin-scarf osteotomy. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2004;94:70–2.
- 95. Roukis TS.** The need for surgical revision after isolated cheilectomy for hallux rigidus: a systematic review. *J Foot Ankle Surg*. 2010c;49:465-70.
- 96. Roukis TS.** Outcome following autogenous soft tissue interpositional

- arthroplasty for hallux rigidus: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2010e;49:475-8.
- 97. Roukis TS.** Outcomes after cheilectomy with phalangeal dorsiflexory osteotomy for hallux rigidus: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2010b;49:479-87.
- 98. Roukis TS.** Clinical outcomes after isolated periarticular osteotomies of the first metatarsal for hallux rigidus: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2010d;49:553-60.
- 99. Roukis TS, Jacobs PM, Dawson DM, Erdmann BB, Ringstrom JB.** A prospective comparison of clinical, radiographic, and intraoperative features of hallux rigidus. *J Foot Ankle Surg.* 2002;4:76-95.
- 100. Rzonca E, Levitz S, Lue B.** Hallux equinus: the stages of hallux limitus and hallux rigidus. *J Am Podiatry Assoc.* 1984;74:390-3
- 101. Sanhudo JA, Gomes JE, Rodrigo MT.** Surgical treatment of advanced hallux rigidus by interpositional arthroplasty. *Foot Ankle Int.* 2011;32:400-6.
- 102. Scherer PR, Sanders J, Eldredge DE, Duffy SJ, Lee RY.** Effect of functional foot orthoses on first metatarsophalangeal joint dorsiflexion in stance and gait. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2006;96:474-81.
- 103. Schenk S, Meizer R, Kramer R, Aigner N, Landsiedl F, Steinboeck G.** Resection arthroplasty with and without capsular interposition for treatment of severe hallux rigidus. *Int Orthop.* 2009;33:145-50.
- 104. Seibert NR, Kadakia AR.** Surgical management of hallux rigidus: cheilectomy and osteotomy (phalanx and metatarsal). *Foot Ankle Clin.* 2009;4:9-22.
- 105. Shereff MJ, Jahss MH.** Complications of silastic implant arthroplasty in the hallux. *Foot Ankle.* 1980;1:95-101.
- 106. Shereff MJ, Baumhauer JF.** Hallux rigidus and osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;80-A:898-909.
- 107. Shereff MJ, Bejjani FJ, Kummer FJ.** Kinematics of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68-A:392-8.
- 108. Sinha S, McNamara P, Bhatia M, Louette L, Stephens I.** Survivorship of the bio-action metatarsophalangeal joint arthroplasty for hallux rigidus: five -year

- follow-up. *Foot Ankle Surg.* 2010;16:25-7.
- 109. Shurnas PS.** Hallux rigidus: etiology, biomechanics, and nonoperative treatment. *Foot Ankle Clin N Am.* 2009;14:1-8.
- 110. Smith RW, Katchis SD, Ayson LC.** Outcome in hallux rigidus patients treated nonoperatively: a long-term follow-up study. *Foot Ankle Int.* 2000;21:906-13.
- 111. Smith RW, Reynolds JC, Stewart MJ.** Hallux valgus assessment: report of research committee of American Orthopaedic Foot & Ankle Society. *Foot Ankle Int.* 1984;5:92-103.
- 112. Southgate JJ, Urray SR.** Hallux rigidus: the long-term results of dorsal wedge osteotomy and arthrodesis in adults. *J Foot Ankle Surg.* 1997;36:136-40.
- 113. Stokes IA, Hutton WC, Stott JR, Lowe LW.** Forces under the hallux valgus foot before and after surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;142:64-72.
- 114. Taranow WS, Moutsatson MJ, Cooper JM.** Contemporary approaches to stage II and III hallux rigidus: the role of metallic hemiarthroplasty of the proximal phalanx. *Foot Ankle Clin N Am.* 2005;10:713-28.
- 115. Taranto MJ, Taranto J, Bryant A, Singer KP.** Radiographic investigation of angular and linear measurements including first metatarsophalangeal joint dorsiflexion and rearfoot to forefoot axis angle. *J Foot Ankle Surg.* 2005;44:190-9.
- 116. Thomas PJ, Smith RW.** Proximal phalanx osteotomy for the surgical treatment of hallux rigidus. *Foot Ankle Int.* 1999;20:3-12.
- 117. van Saase JL, van Romunde LK, Cats A, van Denbroucke JP, Valkenburg HA.** Epidemiology of osteoarthritis: comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Ann Rheum Dis.* 1989;48:271-80.
- 118. Viladot A (ed.).** Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Masson. 2005.
- 119. Viladot-Pericé R, Álvarez-Goenaga F, Formiguera-Sala S.** Actualización en el tratamiento del hallux rigidus. *Rev Ortop Traumatol.* 2006;50:233-40.
- 120. Waizy H, Czardybon MA, Stukenborg-Colsman C, Wingenfeld C, Wellmann M, Windhagen H, Frank D.** Mid- and long-term results of the joint

---

preserving therapy of hallux rigidus. Arch Orthop Trauma Surg. 2010;130:165-70.

121. **Walsham AJ, Hughes WK.** The deformities of the human foot. London: Balliere, Tindall & Cox, 1895:512-4.
122. **Watermann H.** Die arthritis deformans des grobzehen-grundgelenkes als selbstandiges krankheitsbild. Z Orthop Chir. 1927;48:346-55.
123. **Weinfeld SB, Schon L.** Hallux metatarsophalangeal arthritis. Clin Orthop Relat Res. 1998;249:9-19.
124. **Wilkinson JL.** The terminal phalanx of the great toe. J Anat. 1980;88:537-42.
125. **Wingenfeld C, Abbara-Czardybon M, Arbab D, Frank D.** Die cheilektomie und operation nach Kessel-Bonney zur behandlung des initialen hallux rigidus. Oper Orthop Traumatol. 2008;20:484-91.
126. **Yee G, Lau J.** Current concepts review: hallux rigidus. Foot Ankle Int. 2008;29:637-46.

