PAGINA

ÍNDICE

Dedicatoria **3**

Agradecimientos **4**

1 INTRODUCCION **5**

1.1 Anatomía funcional: **5**
- 1.1.1 Filogenia del pie.
- 1.1.2 Anatomía de superficie del antepié.
- 1.1.3 El antepié óseo.
- 1.1.4 Miología del antepié.
- 1.1.5 Inervación del antepié.
- 1.1.6 Vascularización del antepié.

1.2 Conceptos sobre biomecánica del pie: **18**
- 1.2.1 Biomorfología.
- 1.2.2 Estructuras funcionales del pie.
- 1.2.3 Articulación metatarsofalángica e interfalángicas de los dedos.

1.3 Metatarsalgia. **31**
- 1.3.1 Definición.
- 1.3.2 Clasificación.

1.4 Diagnóstico de la metatarsalgia. **40**
- 1.4.1 Exploración clínica.
- 1.4.2 Escalas de valoración clínica.
- 1.4.3 Exploración radiológica.
- 1.4.4 Mediciones radiológicas de interés quirúrgico.
- 1.4.5 Otras pruebas diagnósticas.

1.5 Tratamiento médico de la metatarsalgia. **44**

1.6 Tratamiento quirúrgico de la metatarsalgia mecánica. **45**
- 1.6.1 Síndrome de sobrecarga anterior del antepié: pie equino.
- 1.6.2 Síndrome de sobrecarga anterior del antepié: pie cavo.
- 1.6.3 Síndrome de sobrecarga del primer radio.
- 1.6.4 Síndrome de insuficiencia del primer radio.
  - 1.6.4.1 Corrección del hallux valgus.
  - 1.6.4.2 Corrección de la metatarsalgia de transferencia.
  - 1.6.4.3 Corrección de las deformidades digitales.
- 1.6.5 Complicaciones del tratamiento quirúrgico.

2 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS **81**

2.1 Punto de partida. Justificación de la osteotomía de weil sin fijación. **81**
2.2 Hipótesis. **83**
2.3 Objetivos. **83**

PAGINA

3 MATERIAL Y MÉTODO **85**

3.1 Criterios de inclusión y exclusión. **85**
3.2 Método de selección de los pacientes y cronograma del estudio. **86**
3.3 Descripción de la muestra. **88**
3.4 Evaluación clínica. **90**
3.5 Evaluación radiológica. **95**
3.6 Técnica quirúrgica. **97**
3.7 Análisis estadístico. **99**

4 RESULTADOS **100**

4.1 Análisis de la muestra. **100**
4.2 Análisis de los resultados clínicos. **107**
4.3 Análisis de los resultados radiológicos. **113**
4.4 Análisis de los resultados del cruce de variables. **116**

5 DISCUSIÓN **126**

5.1 Discusión del método: **126**
5.1.1 Selección de la muestra.
5.1.2 Valoración clínica.
5.1.3 Valoración radiológica.
5.1.4 Técnica quirúrgica.
5.2 Discusión de los resultados: **134**
5.2.1 Datos de la muestra.
5.2.2 Datos clínicos-radiológicos y cruce de variables.

6 TESIS **141**

6.1 Conclusiones derivadas del método. **141**

6.2 Conclusiones derivadas de los resultados. **141**

7 BIBLIOGRAFÍA **142**

DEDICATORIAS

A Eva, por su apoyo y cariño durante la realización de este trabajo.

Por esto y por tantas cosas más, esta tesis está especialmente dedicada para ella.

A mis padres, hermano y demás familia como muestra de agradecimiento por su comprensión.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor D. Luís Fernando Llanos Alcázar, por sus enseñanzas durante mis años de residencia y por su ánimo y tesón en la dirección de esta tesis doctoral. Gracias de corazón.

Al profesor D. Enrique Gil Garay, por sus enseñanzas durante los años de carrera. Gracias a él y sus clases impartidas en la facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Madrid, hoy soy especialista de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Mil gracias.

Al Dr. D. Ricardo Larraínzar Garijo, por su amistad y por su ayuda constante en todos los aspectos metodológicos de este trabajo. Ha sido fantástico compartir parte de tu brillante carrera. Te deseo lo mejor.

A todos los integrantes de la Sección B de C.O.T. del Hospital 12 de Octubre, por haberme acogido y ayudado en mi formación como traumatólogo. No me olvido de vosotros.

A todos los integrantes de la Sección F de C.O.T. del Hospital 12 de Octubre, por confiar en mí e integrarme en este gran equipo de profesionales. Gracias por acogerme.

A Esther, del Servicio de Información y Control de Gestión del Hospital 12 de Octubre, por su ayuda en la búsqueda de los pacientes de esta tesis doctoral.

Al equipo de administrativos y técnicos especialistas de radiología, por su ayuda en la realización de los estudios radiológicos de los pacientes de este estudio.

Al Dr. D. Javier de la Cruz y a D. David Lora por ayudarme en mi inmersión estadística con paciencia y amabilidad.

Al personal de Consultas de C.O.T. I del Hospital 12 de Octubre, por su ayuda desinteresada.

Al personal de Quirófano y de la planta 6ª derecha por su profesionalidad y buen hacer.

A todos los amigos de la infancia y estudios.

A todos los pacientes que han participado en este estudio.

Muchas gracias a todos
David García Fernández

1.INTRODUCCIÓN

1.1 ANATOMÍA FUNCIONAL

1.1.1 FILOGENIA DEL PIE

A) Introducción:

Los paleontólogos y antropólogos consideran al pie (y no la mano) como la estructura anatómica más determinante en la historia evolutiva del ser humano[1]. Todo el proceso de hominización se produjo gracias al crecimiento y perfeccionamiento cerebral. Éste se fue logrando durante millones de años de evolución en los que el homínido consiguió la postura bípeda, liberó las extremidades anteriores, las cuales, fueron adquiriendo mayor destreza y función. Con esto, disminuyeron los requerimientos de la mandíbula y la musculatura maxilar, y su relajación conllevó una disminución de la presión sobre el cráneo que pudo desarrollarse y crecer.

Es decir gracias al bipedismo se liberaron las manos y el cerebro pudo crecer[2].

B) Cronofilogenia de la bipedestación:

El origen de la bipedestación es el origen del hombre. Dos millones de años antes de que el ser humano fuese hábil, caminó bípedo[3].

Los cambios cualitativos en la línea evolutiva suelen ir asociados a cambios geoclimáticos. Una hipótesis de este tipo sería la que mejor explicaría los primeros pasos de los homínidos. Durante un periodo de desertificación en África Oriental (crisis mesiniense), unos primates se vieron en la necesidad de descender de los árboles a suelo firme para buscar alimento. Ya en tierra necesitaban incorporarse para incrementar su horizonte visual y transportar el escaso alimento de un lugar a otro. Paulatinamente se fueron convirtiendo en granívoros y carroñeros siguiendo los grandes rebaños durante largas distancias.

La bipedestación ofrecía como beneficios la disminución del área de insolación cuando el sol está en su cenit y el ahorro de energía frente a la marcha y carrera cuadrúpeda.

La huella bípeda más antigua encontrada hasta la actualidad data de hace unos 3,75-3,5 millones de años (Periodo Plioceno), presente en el yacimiento de Laetoli (Tanzania). Los análisis de dicha impronta revelan que pudo pertenecer a un ejemplar

de la especie Australopithecus afarensis (género australopithecus). Éstos eran bípedos y trepadores ocasionales. Posteriormente, también durante el periodo Plioceno, surgió el género homo (hace 2,3-1,2 millones de años), en el cual su locomoción ya era exclusivamente bípeda.

El pie es una de las características definitorias del género homo[4], ya que presenta: Ausencia de oposición del hallux, es decir, la aproximación del dedo gordo a los otros dedos del pie.

1) La reducción de los dedos laterales, dando lugar a la fórmula digital 1≥2>3>4>5 o 2≥1>3>4>5.
2) La aparición de la bóveda plantar longitudinal que, añadida a la transversal, da a la planta el aspecto de semicúpula cóncava hacia abajo.

C) Cambios evolutivos del pie derivados de la bipedestación[1,3]:

C.1) Astrágalo:

- Paulatinamente disminuye la longitud del cuello. La carilla medial de la tróclea se agranda y la lateral cada vez es más corta y divergente, que unido a la morfología de la sindesmosis tibio-peroneo-astragalina, conduce a un descenso de la flexión dorsal del pie en el humano.
- Progresivamente se pasa de un ángulo obtuso a un ángulo recto en la articulación tibio-peroneo-astragalina (Figura 1).

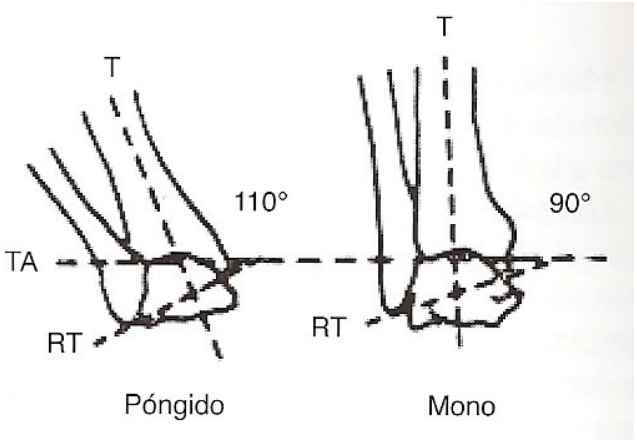


Figura 1. Articulación tibio-peroneo-astragalina.
Tomado de Forriol-Campos F, Gómez-Pellico L. Aspectos morfológicos. El pie fósil. En: Espinar-Salom E. Progresos en medicina y cirugía del pie. Pasado, presente y futuro. Madrid: Acción médica; 2000: 109-15.

C.2) Calcáneo:

-Incremento de la tuberosidad posterior (australopithecus: 29,8 cc; homo: 44,9 cc).

- Formación del proceso lateroplantar, responsable del apoyo en la fase talógrada de la marcha.

- Disminución de la tróclea peroneal.

C.3) Articulación subastragalina:

- Disminuye el movimiento de prensión del pie (inversión), ya que la bipedestación y el incremento de peso ocasionan un aplanamiento y horizontalización de la articulación subastragalina.

- El eje mayor del pie, por diferentes mecanismos, se acerca al eje de la articulación subastragalina.

C.4) Articulación de Chopart:

- Disminución de la flexión dorsal al situarse en plano distinto la articulación talo-navicular y calcaneo-cuboidea.

C.5) Antepié:

- Acortamiento progresivo de la longitud de metatarsianos y falanges, lo que favorece la locomoción en detrimento de la sustentación y equilibrio.

- Aducción-pronación y magnificación del hallux respecto de los otros radios (Figura 2).

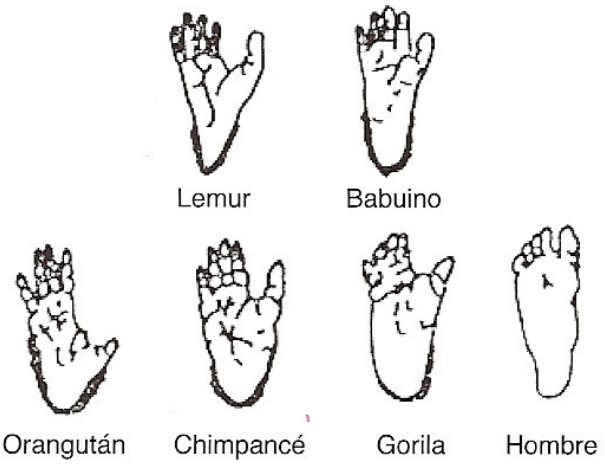


Figura 2. Morfología de los pies de primates.

Tomado de Forriol-Campos F, Gómez-Pellico L. Aspectos morfológicos. El pie fósil. En: Espinar-Salom E. Progresos en medicina y cirugía del pie. Pasado, presente y futuro. Madrid: Acción médica; 2000: 109-15.

C.6) Arquitectura plantar:

- Desarrollo del arco longitudinal medial, soportado por el ligamento calcaneo-navicular plantar.
- Cambio de eje del pie desde el 4º dedo (prosimios) hasta el 2º (humanos). Esta modificación anatómica produce una gran modificación funcional esencial para el bipedismo, la pronosupinación.

C.7) Musculatura:

- Los músculos prensiles pierden importancia y reducen su tamaño (abductor del hallux, delgado plantar) frente a los que intervienen en el sostenimiento propulsivo (sóleo).

D) Cambios anatómicos futuros[3]:

- Tendencia a formula egipcia con predominancia del primer radio, consecuencia de la forma del calzado.
- Bóveda plantar más rígida y articulación subastragalina cada vez menos móvil, consecuencia de la marcha por suelos lisos.
- Progresiva desaparición de los dermatoglifos plantares, consecuencia de la cobertura continua por el calzado.

1.1.2 ANATOMÍA DE SUPERFICIE DEL ANTEPIÉ

A) Región dorsal:

La piel de esta zona es delgada, con poco vello y se desliza con facilidad sobre el plano subyacente. Por transparencia se pueden diferenciar gran número de estructuras anatómicas[5,6].

En bipedestación, se suele apreciar el arco venoso dorsal, de constitución tremendamente variable, que discurre superficial a los tendones del extensor largo de los dedos y del extensor largo del primer dedo.

Los nervios cutáneos que recorren estas regiones proceden del nervio peroneo superficial y son difícilmente objetivables salvo en antepiés con poco tejido subcutáneo. En algunos individuos, la flexión forzada del 4º dedo permite diferenciar el ramo de división lateral del nervio peroneo superficial-nervio cutáneo dorsal lateral.

B) Región dorsal y lateral:

Destacar únicamente el relieve de la cabeza del primer y quinto metatarsiano respectivamente.

C) Región plantar:

La piel es gruesa y resistente, igualmente desprovista de vello. Permite observar los arcos longitudinales medial y lateral, así como el arco transversal distal.

El punto de apoyo distal es la eminencia digitoplantar. Éste es el lugar habitual de presencia de engrosamientos y durezas.

Los pliegues cutáneos se corresponden con las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas de los dedos.

1.1.3 EL ANTEPIÉ ÓSEO

A) Articulaciones del tarso anterior:

Las articulaciones entre escafoides, cuñas y cuboides constituyen un grupo de artrodias por sus superficies articulares[7], aunque funcionalmente se comportan como anfiartrosis desprovistas de movimientos:

A.1 Articulaciones escafoideocuneiformes: Entre la cara anterior del escafoides mediante tres superficies articulares y la cara posterior de las tres cuñas. Presentan ligamentos dorsales y plantares de refuerzo.

A.2 Articulación escafoideocuboidea: Entre la parte lateral del escafoides y la medial del cuboides, con tres ligamentos de refuerzo (plantar, dorsal e interóseo).

A.3 Articulaciones intercuneiformes: Reforzadas con ligamentos dorsales e interóseos entre la 1ª-2ª y 2ª-3ª cuñas. También existe un ligamento plantar entre la 1ª-2ª cuñas.

A.4 Articulación cuboideocuneiforme: Entre la cara lateral de la 3ª cuña y la medial del cuboides, con tres ligamentos de refuerzo (plantar, dorsal e interóseo).

Las articulaciones tarsometatarsianas están reforzadas por ligamentos dorsales y plantares, que a partir del 2º metatarsiano (lig. dorsales) y de la 1ª y 3ª cuñas (lig. plantares) se irradian en abanico. La articulación tarsometatarsiana del 2º radio se encuentra retranqueada dentro del mediopié, siendo más rígida y estable que los otros radios.

B) Articulación tarsometatarsiana o de Lisfranc:

Es la que se establece entre las tres cuñas y los tres primeros metatarsianos por la zona medial y el cuboides con el 4º-5º metatarsianos por la zona lateral.

Existe un engranamiento entre el tarso y el metatarso ya que el 2º metatarsiano se introduce en el tarso (presenta carilla articular con las tres cuñas) y la 3ª cuña penetra en el metatarso.

Estas articulaciones están reforzadas por ligamentos dorsales, plantares e interóseos. El más importante y clave de esta articulación (*ligamento de Lisfranc*) es el que une la cara lateral de la 1ª cuña con la cara medial de la base del 2º metatarsiano.

Estas articulaciones presentan pequeños movimientos de deslizamiento, siendo importantísimos en la marcha sobre terreno accidentado.

Existe un gran ligamento plantar que sobrepasa estas articulaciones uniendo los huesos del tarso entre si y los huesos del tarso con el metatarso. Es el *ligamento calcaneocuboideo*, que originándose en el calcáneo, dirige fibras profundas hacia el cuboides y fibras más superficiales hacia las bases de los últimos cuatro metatarsianos. Entre estos grupos de fibras ligamentosas se forma un túnel por el que discurre el tendón del peroneo largo.

C) Articulaciones intermetatarsianas:

Las bases de los metatarsianos se articulan entre si mediante artrodias.

Generalmente el primer metatarsiano no se articula con el segundo. Las articulaciones están reforzadas por ligamentos plantares, dorsales e interóseos.

Presentan escaso movimiento, siendo éstos de deslizamiento y pasivos.

D) Articulaciones metatarsofalángicas:

Todas son enartrosis, con ligamentos de refuerzo lateral y medial. La primera metatarsofalángica presenta dos huesos sesamoideos en su cara plantar, unidos entre si por un ligamento. En ellos se inserta la musculatura flexo-aductora del primer radio (*sistema glenosesamoideo*).

En los cuatro últimos dedos, la cabeza está aplanada transversalmente y con una carilla articular más extensa en la cara plantar. A su vez las falanges están ensanchadas plantarmente en su cavidad glenoidea por un fibrocartílago.

El ligamento transverso del metatarso une entre si la cabeza de todos los metatarsianos laterales.

E) Articulaciones interfalángicas:

Son trócleas. Existen dos en cada dedo trifálangico y una en el primer dedo. La cápsula y los ligamentos de estas articulaciones tienen la misma disposición que en las interfalángicas de la mano.

1.1.4 MIOLOGÍA DEL ANTEPIÉ.

A) Sistema muscular extrínseco[8-11]:

Se originan en el compartimento anterior, lateral y posterior de la pierna:

A.1) Anterior: Musculatura extensora de tobillo-pie-dedos, inervada por el nervio peroneo profundo. Al antepié llegan el extensor largo del primer dedo y el extensor largo común de los dedos.

A.2) Lateral: Musculatura peronea que actúa como flexor plantar y abductor del pie, inervada por el nervio peroneo superficial.

A.3) Posterior: Musculatura flexora de tobillo-pie-dedos, inervados por el nervio tibial posterior. Al antepié llegan el flexor largo del primer dedo y el flexor largo común de los dedos.

Además de su actividad contráctil, actúan como tensores de los arcos del pie:

- Arco longitudinal interno: Músculos tibial anterior y posterior, peroneo lateral largo, flexor largo y corto del primer dedo, abductor y aductor del primer dedo.
- Arco longitudinal externo: Músculos peroneo corto, peroneo largo, abductor, flexor corto y oponente del 5º dedo.
- Arcos transversos: Expansiones de los músculos tibial posterior, peroneo lateral largo, flexor largo y corto de los dedos, interóseos y aductor del primer dedo.

B) Sistema muscular intrínseco:

Junto al sistema muscular extrínseco, actúan como una unidad funcional en el mantenimiento de la bóveda plantar.

B.1) *Región dorsal:*

- M. Extensor corto de los dedos o músculo pedio [*M. extensor digitorum brevis*].
  Inervado por el nervio peroneo profundo.
  Se origina como masa carnosa sobre el seno del tarso para ir formando distalmente cuatro tendones. El más interno es el de mayor grosor e independizado, insertándose en el lado medial de la base de la falange proximal del primer dedo. Los tres más laterales terminan uniéndose al tendón correspondiente del extensor común de los dedos 2º al 4º. De esta manera el pedio corrige la oblicuidad de tracción del M. extensor común de los dedos.

B.2) *Región plantar:*

B.2.1) **Plantar interna:**

- M. abductor del primer dedo [*M. abductor hallucis*].
  Inervado por los nervios plantares medial y lateral.
  Se origina en el tubérculo interno del calcáneo y se inserta en la fascia plantar, ligamento lacinatum y finalmente, en el tubérculo interno de la falange proximal y en el sesamoideo interno.
  Por su profundidad discurren los vasos y nervios plantares. Actúa como separador del primer dedo. Además actúa como tensor interno de la bóveda y acorta la longitud anteroposterior del pie.
- M. flexor corto del primer dedo [*M. flexor hallucis brevis*].
  Inervado por los nervios plantares medial y lateral.
  Se origina en las caras plantares de cuboides,2ª y 3ª cuñas, para discurrir pegado a la cara inferior del primer metatarsiano y finalmente dividirse en dos fascículos (entre los que circula el flexor largo del primer dedo), que se insertan en sesamoideo-tubérculo de la falange proximal medial y lateral.
  Actúa como flexor y tensor interno de la bóveda. También acorta la longitud anteroposterior del pie.
- M. aductor del primer dedo [*M. adductor hallucis*].
  Inervado por el nervio plantar lateral.
  Tiene dos componentes:
  - La <u>cabeza oblicua</u> se origina en la cresta del cuboides y lig. calcaneocuboideo plantar, y se inserta en el sesamoideo medial ¿? y en el tubérculo lateral de la falange proximal.

- La cabeza transversa se origina en cuatro fascículos provenientes de la cara plantar de las articulaciones metatarsofalángicas 2ª a 5ª, los cuales se unen en un tendón que se reúne a su vez con la cabeza oblicua.

Actúa como aproximador del primer dedo y refuerzo de la bóveda plantar. La cabeza oblicua acorta la longitud anteroposterior y la transversa, el diámetro mediolateral.

B.2.2) **Plantar externa:**

Estos músculos, dada su escasa movilidad, son considerados fundamentalmente ligamentos activos de la planta del pie.

- M. abductor del quinto dedo [*M. abductor digiti minimi*].
  Inervado por el nervio plantar lateral.
  Se origina en la tuberosidad lateral del calcáneo. Recibe una expansión fibrosa desde la apófisis estiloides del 5º metatarsiano en su trayecto hacia su inserción en el tubérculo lateral de la falange proximal del 5º dedo.
  Es el más superficial de este grupo. Flexiona y abduce ligeramente el 5º dedo.
- M. flexor corto del quinto dedo [*M. flexor digiti minimi brevis*].
  Inervado por el nervio plantar lateral.
  Se origina en el cuboides y extremo proximal del 5º metatarsiano y se inserta en la cápsula de la articulación metatarsofalángica y en la extremidad proximal de la falange proximal del 5º dedo.
  Flexiona la 1ª falange por sus inserciones en la aponeurosis plantar y tiende a disminuir su diámetro anteroposterior.
- M. oponente del quinto dedo [*M. opponens digiti minimi*].
  Inervado por el nervio plantar lateral.
  Profundo al separador y lateral al flexor, se inserta en el borde externo del 5º metatarsiano.
  Flexiona el 5º dedo.

B.2.3) **Plantar media:**

- M. flexor corto de los dedos [*M. flexor digitorum brevis*].
  Inervado por el nervio plantar medial.
  Es el más superficial de este grupo. Se origina en el tubérculo interno del calcáneo y cara profunda de la aponeurosis plantar para insertarse mediante

cuatro tendones en la falange media de los cuatro dedos laterales, tras haber sido perforados por el tendón del flexor largo de los dedos.
Flexiona las falanges medias y colabora en el mantenimiento de la bóveda plantar, diminuyendo su diámetro anteroposterior.

- M. flexor accesorio o cuadrado plantar [*M. flexor accessorius*].
  Inervado por el nervio plantar lateral.
  Se origina por dos fascículos desde el tubérculo interno y externo respectivamente del calcáneo para insertarse y modular la acción de los tendones del flexor largo de los dedos para que la flexión se realice en el plano anteroposterior. Por su cara superficial discurren el nervio y vasos plantares externos.
- Mm. lumbricales [*Mm. lumbricales*].
  Inervados por los nervios plantares medial y lateral.
  Son cuatro pequeños músculos que se originan en los tendones del flexor largo de los dedos y se insertan en la base de la falange proximal del 2º al 5º. Envían una expansión al tendón extensor largo de los dedos.
  Flexiona la primera falange y extiende las otras dos.
- Mm. interóseos [*Mm. interossei*].
  Inervados por el nervio plantar lateral.
  Ocupan los espacios intermetatarsianos. Se distinguen por su topografía dos tipos:
  -Dorsales: Cuatro.
  -Plantares: Tres (falta en el primer espacio).
  Entre ambos se localiza el arco plantar profundo y la rama profunda del nervio plantar externo.
  Todos realizan flexión de la 1ª falange, pero son antagonistas en los movimientos de lateralidad. Los plantares aducen los tres últimos dedos y los dorsales abducen el tercer y cuarto dedos respecto del segundo.
  También actúan como ligamentos activos de la planta del pie.

1.1.5 INERVACIÓN DEL ANTEPIÉ.

A) Nervio peroneo común (ciático poplíteo externo) [*N. peronaeus communis*]
Proporciona todos los colaterales dorsales más mediales (siete).

A.1 Nervio peroneo superficial [*N. peronaeus superficialis*]: Proporciona a su vez el nervio cutáneo dorsal medial y el nervio cutáneo dorsal intermedio.

A.2 Nervio peroneo profundo [*N. peronaeus profundus*]: Da ramas musculares para la musculatura extensora e inerva la piel del primer espacio interdigital.

B) Nervio tibial posterior (ciático poplíteo interno) [*N. tibialis*]

B.1 Nervio sural [*N. suralis*]: Proporciona los tres últimos colaterales dorsales de los dedos mediante el nervio cutáneo dorsal lateral.

B.2 Nervio plantar medial [*N. plantaris medialis*]: Inerva la planta del pie y en él confluyen los siete primeros colaterales plantares. Da ramas musculares al aductor y flexor del primer dedo, flexor corto plantar y 1º-2º lumbricales.

B.3 Nervio plantar lateral [*N. plantaris lateralis*]: Responsable de los tres últimos colaterales plantares. Da ramas al abductor y flexor corto del 5º dedo, abductor del primer dedo, 3º lumbrical, 4º lumbrical y todos los interóseos.

1.1.6 VASCULARIZACIÓN DEL ANTEPIÉ.

A) Procedente de la arteria tibial anterior:

A nivel del dorso del pie pasa a llamarse arteria dorsal del pie o pedia. A nivel de la zona proximal del primer espacio intermetatarsiano alcanza la planta y se anastomosa con la arteria plantar externa de la arteria tibial posterior.
Da lugar a varias ramas:

A.1 *Arterias maleolares.*

A.2 *Arteria tarsiana externa*: Emite ramas para el músculo pedio, tendones del extensor largo de los dedos, huesos y articulaciones tarsianas.

A.3 *Arteria arcuata o dorsal del metatarso*: se dirige hacia fuera formando un arco cóncavo hacia proximal. Las ramas de la concavidad ascienden al tarso y las de la convexidad dan lugar a las interóseas dorsales del 2º-3º-4º espacios, que al alcanzar la raíz del dedo se dividen en las colaterales de los dedos. Se unen a las colaterales plantares por las arterias perforantes.

A.4 *Arteria interósea del primer espacio*: Proporciona la colateral externa del primer dedo y la colateral interna del segundo. Algunas ramas mediales se unen con ramas de la arteria plantar interna para formar la colateral interna del primer dedo.

B) Procedente de la arteria tibial posterior:

A nivel del túnel del tarso se divide en:

B.1 *Ramas tarsianas.*

B.2 *Ramas articulares.*

B.3 *Ramas calcáneas internas:* Irrigan el calcáneo, el flexor corto plantar y el aductor del primer dedo.

B.4 *Arteria plantar interna:* Se dirige a la cabeza del primer metatarsiano para dar la arteria colateral plantar interna del primer dedo. Da ramas para el abductor y flexor corto del primer dedo, flexor corto plantar, tarso y metatarso.

B.5 *Arteria plantar externa:* De mayor diámetro, se dirige hacia delante y externo para curvarse hasta el primer espacio, donde se anastomosa con la pedia.

-**Parte oblicua:** Irriga el flexor corto plantar, abductor del 5º dedo, tarso, flexor largo de los dedos y lumbricales.

-**Parte transversal o arco plantar:**

+ De la convexidad nacen la colateral externa del 5º y las cuatro arterias interóseas que a su vez darán las arterias colaterales plantares.

+ De la concavidad surgen las arterias perforantes, que se unen a las interóseas dorsales.

C) Vascularización ósea:

C.1 *Metatarsianos:*

- M1: la arteria nutricia penetra por la cara lateral de la mitad de la diáfisis para dar una rama distal (más fina) y otra más proximal[10].

  La rama distal se anastomosa con de 4 a 5 ramas arteriales metafisarias y con de 12 a 16 ramas que penetran en la cabeza por sus caras medial y lateral.

  La rama proximal, más gruesa, se dirige a la metáfisis proximal, la cual recibe de 4 a 8 arterias por sus caras medial y lateral.

- M2, M3 Y M4: la arteria nutricia penetra por la cara lateral proximal de la diáfisis para dar una rama distal (más gruesa) y otra más proximal.

  La rama distal se anastomosa con 6-7 vasos metafisarios distales, dando lugar a una rica red vascular local.

  La rama proximal llega a la base del metatarsiano, que también se irriga por la entrada de 7 arterias metafisarias y 6 arterias epifisarias.

- M5: la arteria nutricia penetra por la cara medial de la diáfisis y también recibe de 3 a 5 arterias accesorias plantares, 5 a 6 arterias dorsales y 2 a 3 arterias mediales.

  La tuberosidad recibe 2 arterias por su cara lateral.

  La metáfisis distal recibe 3 a 4 arterias y la epífisis 2 a 3 ramas que penetran por sus caras lateral y medial.

C.2 *Falanges:*

- Proximales: Predominio de vascularización dependiente de las arterias digitales dorsales, con arterias nutricias que penetran por la cara lateral (excepto en el quinto dedo), que se dividen en una rama distal, más fina, y una proximal más gruesa. La epífisis recibe 4 arterias accesorias.
- Medias: Vascularizadas por igual por las arterias digitales plantares y dorsales, con arterias nutricias que penetran por ambas caras. La epífisis recibe 2 arterias que penetran por medial y lateral.
- Distales: Predominio de vascularización de las arterias digitales plantares, con arterias nutricias que penetran por la cara plantar.

  -En el primer dedo presenta además una arteria nutricia lateral. Dan lugar a una rama distal fina y a una rama proximal más gruesa. La epífisis distal recibe de 4 a 6 arterias por dorsal y plantar.

  - En el resto de los dedos, las falanges distales solo presentan la arteria nutricia plantar que penetra por su tercio medio. La epífisis distal recibe dos arterias dorsales y dos plantares.

1.2 CONCEPTOS SOBRE BIOMECÁNICA DEL PIE

1.2.1 BIOMORFOLOGÍA

A) Retropié:

La función crea el órgano. A lo largo de millones de años el pie ha evolucionado morfológicamente para permitir el apoyo y la marcha bipodal. Este tipo de marcha precisa la alternancia entre dos estados de conformación del pie[12]:

- Laxo, con capacidad de amortiguación y adaptación al terreno tras el contacto inicial.
- Rígido, con solidez estructural para comportarse como una palanca en la propulsión.

La culminación de la adaptación morfológica tras innumerables mutaciones a lo largo de la evolución ha sido la aparición de la bóveda plantar. Ésta aporta la configuración anatómica necesaria para permitir la amortiguación-adaptación y la propulsión.

Desde el punto de vista funcional podemos diferenciar el pie astragalino y el pie calcáneo como dos columnas adyacentes de dirección anteroposterior (figura 3). Ambas tienen un apoyo anterior (antepié) en el mismo plano y paralelo al suelo en todo momento del ciclo de la marcha. Lo que si es cambiante es el extremo posterior (tarso), ya que la columna interna (astragalina) puede situarse sobre la otra (calcáneo).

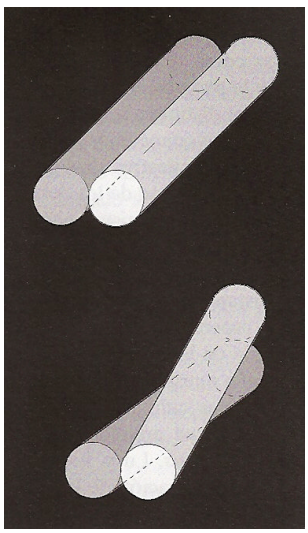


Figura 3. Estructura bicolumnar.

Tomado de Llanos-Alcázar LF, Maceira-Suárez E. Biomorfología. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:49-65.

- Cuando ambas columnas tienen el extremo proximal al mismo nivel, este conjunto bicolumnar resistiría peor los momentos dorsiflexores, pero puede absorber parte de la energía recibida. Esta disposición se presenta cuando la cabeza del astrágalo se dispone medial a la apófisis anterior del calcáneo y conlleva un *aumento en la capacidad de amortiguación y adaptación al terreno.* Esta disposición aparece tras el contacto inicial del talón, **se mantiene durante todo el 1er rocker de forma pasiva y durante el inicio del 2º rocker (apoyo plantígrado)**. Al existir una desaxación tibio-calcánea, el pie se ve obligado a girar en pronación, ya que el astrágalo martilleado por la tibia se caerá en flexión plantar y rotación interna, disponiéndose la cabeza astragalina, directora del pie astragalino, medial y en paralelo con el pie calcáneo.
- Para convertir el pie en una *palanca rígida de propulsión,* es necesario que la cabeza del astrágalo se disponga sobre la apófisis anterior del calcáneo. Esto se consigue al revertir la pronación pasiva del pie mediante un supinador activo, el tibial posterior. Siendo fija su inserción distal en el tubérculo del escafoides, al traccionar, se avanza hacia delante el maléolo medial (exorrotación), que empuja la cabeza del astrágalo hacia fuera y debido a la forma curvada cóncava de la faceta subastragalina anterior del calcáneo facilita que la cabeza del astrágalo se monte sobre la apófisis anterior del calcáneo. Es en esta situación cuando el tríceps sural ejercerá su acción **al iniciarse el 3er rocker (apoyo metatarsofalángico).**

B) Mediopié o articulación de Chopart:

Presenta dos unidades anatómicas, una en cada columna:

B.1) *Articulación calcáneo-cuboidea*: Presenta una interlínea sigmoidea, con un tope dorsal y un potente ligamento plantar, proporcionando un diseño óptimo para las solicitaciones en dorsiflexión (figura 4), durante el apoyo plantígrado (**2º rocker**).

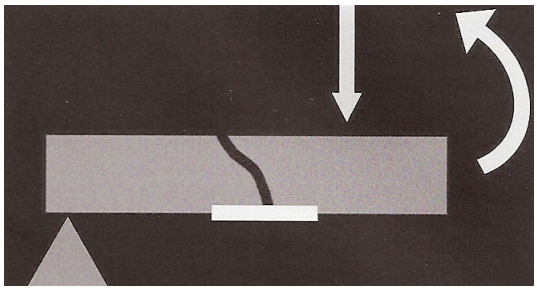


Figura 4. Representación esquemática de la articulación calcáneo-cuboidea.
Tomado de Llanos-Alcázar LF, Maceira-Suárez E. Biomorfología. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:49-65.

B.2) Articulación astrágalo-escafoidea: Interlínea cóncavo-convexa (figura 5), con un ligamento plantar menos robusto ("spring ligament"). Está diseñada para trabajar a compresión axial cuando el pie está verticalizado sobre el suelo (**3er rocker**).

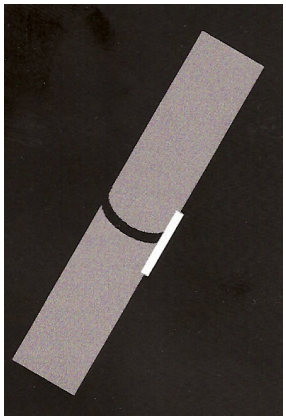


Figura 5. Representación esquemática de la articulación astrágalo-escafoidea.
Tomado de Llanos-Alcázar LF, Maceira-Suárez E. Biomorfología. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:49-65.

Al unir ambas columnas (figura 6), el pie se conforma en una estructura bicolumnar bien preparada para trabajar en dorsiflexión durante el 2º rocker gracias a la columna calcánea (A) y a compresión axial durante el 3er rocker gracias a la columna astragalina (B).

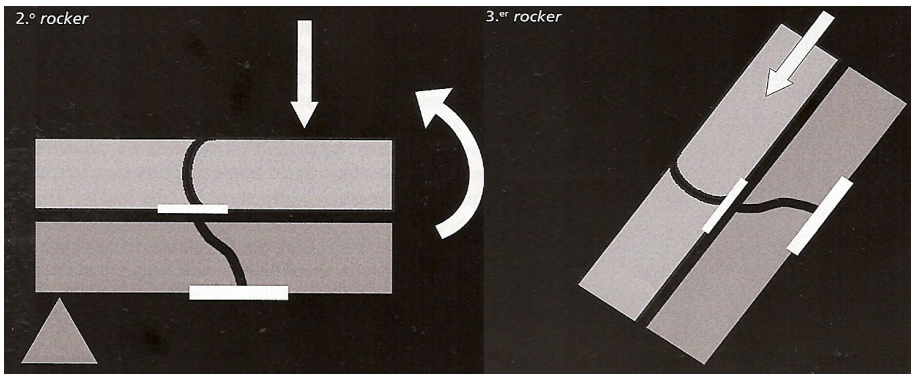


Figura 6. Representación esquemática del pie astragalino y el pie calcáneo.
Tomado de Llanos-Alcázar LF, Maceira-Suárez E. Biomorfología. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:49-65.

C) Articulación de Lisfranc:

- En su plano coronal, presenta una estructura similar a un arco romano, con bases dorsales anchas y extremos plantares afilados. Los extremos se aproximan entre sí con la inversión y se separan con la pronación (acción del peroneo largo).

- En su plano transversal, la 2ª cuña es más corta, lo que proporciona a la base de M_2 un cerrojo firme, convirtiéndole en el protagonista de la estabilidad del arco longitudinal.

- En su plano sagital, las articulaciones cuneometatarsianas son casi perpendiculares al suelo durante el apoyo plantígrado, pero casi paralelas a él durante la fase propulsiva, resistiendo muy bien las fuerzas axiales compresivas durante el 3er rocker.

D) Articulación metatarsofalángica:

La clave de esta estructura funcional está en la interlínea de la 1ª metatarsofalángica: **El complejo glenosesamoideo.** Presta soporte a la cabeza del 1 metatarsiano durante el apoyo del antepié y actúa como un tirante en el mantenimiento de la bóveda plantar durante el apoyo del pie (figura 7-A).

Con la flexión dorsal de la 1ª MTF, se tensa el tirante plantar (Mecanismo de cabestrante, figura 7-B) y con el apoyo del arco, se aplana y el dedo se estabiliza contra el suelo inflexión plantar (Mecanismo de cabrestante inverso, figura 7-C).

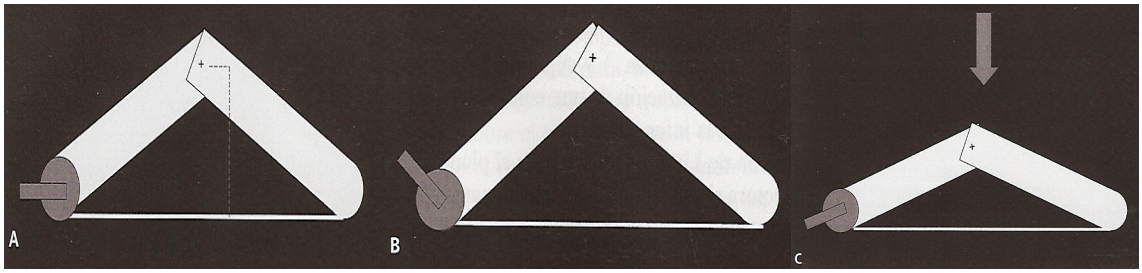


Figura 7 A-C. Mecanismo de cabestrante.

Tomado de Llanos-Alcázar LF, Maceira-Suárez E. Biomorfología. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:49-65.

1.2.2 ESTRUCTURAS FUNCIONALES DEL PIE

A) Talón:

Constituye la zona de transición mecánica entre la pierna y el antepié. La almohadilla plantar cumple un papel fundamental en el apoyo y reparto de fuerzas del talón. Absorbe entre el 20-25% de la fuerza recibida durante la fase de contacto del talón con el suelo.

La estabilidad del talón se mantiene por el sistema calcáneo-aquíleo-plantar. Descrito por Arandes y A. Viladot[13] está constituido por el tendón de Aquiles, sistema

trabecular posteroinferior del calcáneo y musculatura plantar, especialmente el flexor corto plantar y el abductor del primer dedo.

Este sistema es básico en la fase de despegue de la marcha normal. Las trabéculas posteriores del calcáneo actúan como un gran sesamoideo o rótula que transmite la fuerza flexora del tríceps al antepié[14].

B) Bóveda plantar:

B.1 Definición y anatomía topográfica

Desde el punto de vista arquitectural se puede definir como una bóveda sostenida por tres arcos (figura 8), sujetos al suelo por tres puntos, dos anteriores y uno posterior[4].

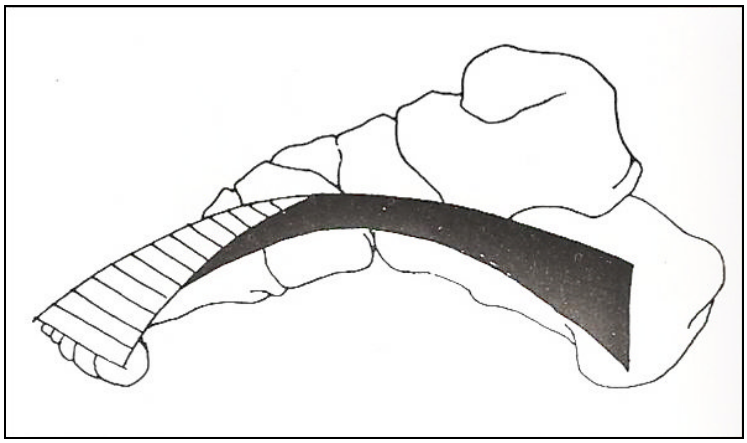


Figura 8. Lámina pedis de McConail.
Tomado de Llanos-Alcázar LF. La bóveda plantar. En: Espinar-Salom E. Progresos en medicina y cirugía del pie. Pasado, presente y futuro. Madrid: Acción médica; 2000: 127-35.

El cenit de la bóveda se sitúa en la articulación astrágalo-escafoidea, a unos 15-18 mm. del suelo.

Los tres arcos constituyentes de la bóveda serían:

- Arco medial o interno (talón-1er mtt).
- Arco lateral o externo (talón-5º mtt).
- Arco anterior (1er mtt-5º mtt).

El reparto de carga se realiza entre el apoyo posterior (talón) y el apoyo anterior, a través de los cinco metatarsianos, cada uno con un ángulo de ataque o incidencia distinto, decreciente del 1º al 5º mtt (figura 9).

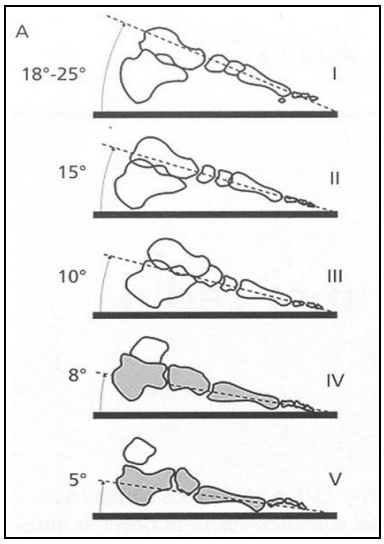


Figura 9. Ángulo de ataque de los distintos metatarsianos.
Tomado de Llanos-Alcázar LF. La bóveda plantar. En: Espinar-Salom E. Progresos en medicina y cirugía del pie. Pasado, presente y futuro. Madrid: Acción médica; 2000: 127-35.

Además cada radio presenta distinta movilidad a nivel de la articulación tarsometatarsiana[15] (el más móvil es el 1º, seguido del 4º; el menos móvil es el 2º) (figura 10).

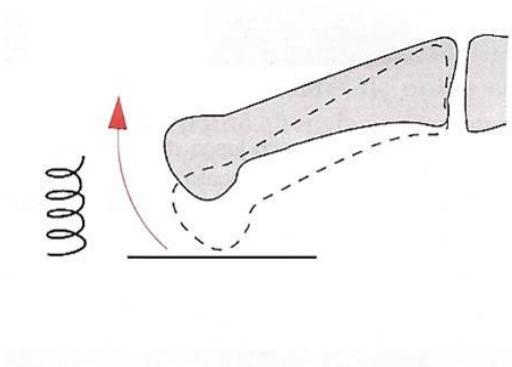


Figura 10. Movilidad a nivel de la articulación tarsometatarsiana.
Tomado de Groulier P, Rochwerger A, Curvale G, Piclet B. Metatarsalgias estáticas .En: Enciclopedia Médico Quirúrgica (aparato locomotor). Paris: Elsevier; 1997:14-438.

De esta manera con el pie en descarga, el 1º y 5º mtt descienden formando un arco cóncavo plantar. Con el apoyo este arco disminuirá, con el consiguiente apoyo de todas las cabezas metatarsianas (figura 11).Martorell[16] definió la alineación frontal en carga (complementada con la longitudinal). Se basa en el equilibrio dinámico existente entre el ángulo de incidencia de los metatarsianos y la transferencia de una carga definida para cada cabeza metatarsal. Esta transferencia se realiza gracias a la almohadilla plantar.

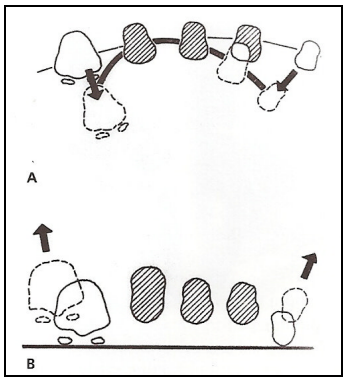


Figura 11. Arcos plantares en reposo (A) y con el apoyo(B).
Tomado de Llanos-Alcázar LF, Maceira-Suárez E. Biomorfología. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:49-65.

La alineación será normal cuando todas las cabezas carguen sus correspondientes unidades de peso a la misma altura.

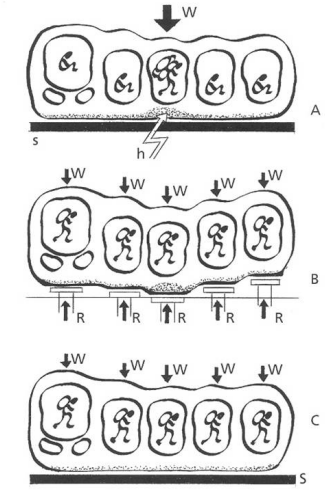


Figura 12. Alineación frontal en carga.
Tomado de Martorell-Martorell J. Exploración complementaria especifica del pie. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 1997: 95-99.

B.2) Unidades funcionales de la bóveda plantar:

- Osteoarticular:

Depende de la disposición del mosaico óseo del pie que gracias a la existencia de potentes ligamentos interóseos confiere a la bóveda la rigidez necesaria para soportar las solicitaciones mecánicas.

Estos ligamentos actúan especialmente en la cara plantar a modo de tirantes que resisten las fuerzas de tensión y mantienen la cohesión articular. Los ligamentos más

importantes son el calcáneo-astragalino interóseo, calcáneo-escafoideo plantar, calcáneo-cuboideo plantar y los intermetatarsianos.

- Musculotendinosa:

Gracias a la musculatura extrínseca (músculos tibial anterior, tibial posterior y peroneo lateral largo especialmente) e intrínseca plantar, la arquitectura plantar se mantiene con el apoyo, ya que colaboran mediante su contracción activa o refleja (de esta manera con la carga el pie se acorta y estrecha y no se alarga y ensancha como cabría esperar).

- Dermoaponeurótica:
  - Almohadilla plantar: elemento protector y repartidor de presiones.
  - Aponeurosis plantar: Formación ligamentosa tensil, que se extiende desde el calcáneo hasta el antepié, que actúa como cercha, ayudando a los ligamentos en el mantenimiento de la estructura abovedada.
  - Red vascular plantar: Con subredes subaponeurótica, subdérmica, subepidérmica y perisudorípara, e innumerables anastomosis. Interviene como regulador térmico de la sudoración, y como bomba plantar gracias al plexo de Léjars, que impulsa la sangre hacia la pierna con el apoyo durante la marcha.

C) Eminencia digitoplantar:

Corresponde al abultamiento alargado transversal de las cabezas de los cinco metatarsianos previo a la formación de cada uno de los dedos.

Topográficamente es la zona de asiento de los cuadros de metatarsalgia.

Existen diferentes tipos de antepié (figura 13) dependiendo de las longitudes relativas de los dedos y de los metatarsianos, al ser estudiados mediante radiología dorsoplantar[13].

- Fórmula digital:
  - Pie egipcio: Primer dedo más largo y sucesivos más cortos.
  - Pie cuadrado: Primer y segundo dedos de misma longitud.
  - Pie griego: Primer dedo más corto que el segundo.
- Fórmula metatarsal:
  - Index minus: primer metatarsiano más corto que el segundo.
  - Index plus-minus: primero y segundo son sensiblemente iguales.
  - Index plus: primer metatarsiano más largo que el segundo.

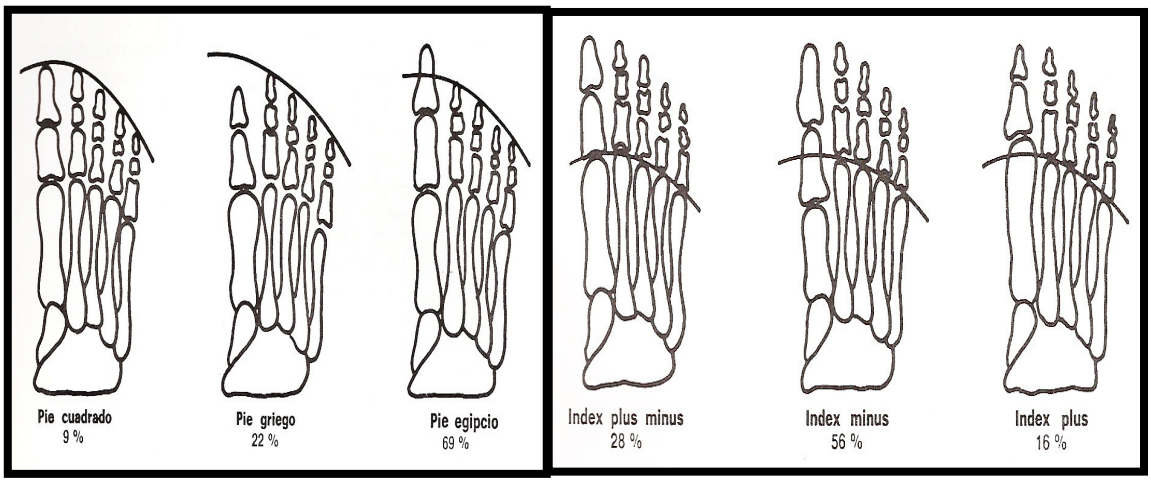


Figura 13. Fórmula digital y metatarsal.

Tomado de Viladot-Pericé A. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Ed. Toray; 1989.

Cualquier fórmula digital y metatarsal son completamente normales. Pero son mucho más frecuentes las alteraciones biomecánicas en los casos de antepié egipcio. Cuando se combina con un metatarsiano débil y en varo, aparece el hallux valgus. Cuando lo hace con un primer metatarsiano potente y recto, existe una predisposición al hallux rigidus o la sesamoiditis.

El pie ideal, con patología más infrecuente (al que deberá tenderse siempre que sea posible en las reconstrucciones quirúrgicas) es un pie griego con un primer metatarsiano tipo index plus-minus.

1.2.3 ARTICULACIONES METATARSOFALÁNGICAS E INTERFALÁNGICAS DE LOS DEDOS

A) Fisiología de los dedos

Debe existir un equilibrio estático y dinámico de las diferentes estructuras anatómicas para que los dedos realicen correctamente su función de apoyo[12].

Las articulaciones interfalángicas de los dedos sirven de complemento a las articulaciones metatarsofalángicas, facilitando la adaptación de los dedos al terreno irregular. Esta acción es muy débil con el pie calzado.

A.1 Estructuras dorsales:

- El tendón del extensor largo está constituido por una cintilla central (inserta en la base de la 2ª falange) y por dos cintillas laterales, convergentes, para formar el tendón terminal en la 3ª falange.

- El complejo fibroaponeurótico en el dorso de la articulación metatarsofalángica estabiliza el tendón del extensor largo en posición dorsal media.

A.2 Estructuras plantares:

- El flexor largo se inserta en la 3ª falange, flexionando la interfalángica distal.
- El flexor corto se inserta en la 2ª falange, flexionando la interfalángica proximal (al no existir inserción en la 1ª falange, no se limita activamente la extensión de la metatarsofalángica y existe mayor tendencia a la deformidad en extensión).

A.3 Musculatura intrínseca:

- Musculatura interósea: Se sitúa dorsalmente al ligamento transverso del metatarso.
- Musculatura lumbrical: Se sitúa plantarmente al ligamento transverso del metatarso.

Ambos grupos musculares discurren plantarmente al eje de la articulación metatarsofalángica y flexionan dicha articulación.

A.4 Aponeurosis plantar y capsulas articulares:

Representa un factor estabilizador muy importante de la articulación metatarsofalángica. La almohadilla plantar es la estructura que mejor resiste la dorsiflexión de la articulación metatarsofalángica.

La resistencia estática de la cápsula plantar, unida a las fuerzas dinámicas de la musculatura intrínseca, tienden a orientar en una posición neutra la articulación metatarsofalángica.

Las placas de fibrocartílago que presentan estas articulaciones en su cara plantar, así como el ligamento profundo transverso intermetatarsiano que las une, constituyen un sistema de soporte y fijación de la porción distal del pie que evita su "desparramamiento".

Existen prolongaciones de la fascia plantar hacia las articulaciones metatarsofalángicas, de protección y estabilización, importantes sobretodo en la fase propulsiva de la marcha.

B) Biomecánica de los dedos

B.1 Articulación metatarsofalángica:

La correcta movilidad en extensión es esencial para que el pie pueda realizar un a correcta progresión durante la marcha, permitiendo el rodamiento hacia delante del antepié.

Existen diferencias según se trate del hallux o los cuatro últimos dedos del pie:

- Articulación metatarsofalángica del 1er dedo.

Está constituida por la unión de la cabeza del 1er metatarsiano y la base de la falange proximal del hallux. Posee la característica de que la cabeza del metatarsiano se articula con dos huesos sesamoideos plantares.

Por su forma anatómica de condiloartrosis posee dos ejes de movimiento (flexión-extensión y abducción-aducción, siendo éste movimiento muy limitado).

En los sesamoideos se insertan los músculos cortos plantares de la porción medial del pie, que transmiten su fuerza al primer dedo a través de los ligamentos glenofalángicos. Este sistema actúa como una rótula que, durante la marcha o en posición de puntillas, mantiene el dedo fuertemente aplicado al suelo, conservando el equilibrio de todo el cuerpo en dicha postura.

Cuando la articulación metatarsofalángica del hallux realiza la extensión, la cabeza del metatarsiano se desliza en dirección plantar en relación a la base de la falange proximal, produciéndose un deslizamiento sin traslación.

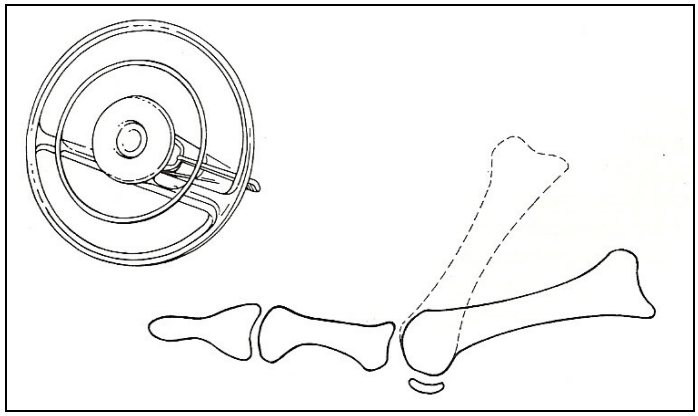


Figura 14. Movilidad del primer dedo.
Tomado de Viladot-Pericé A. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Ed. Toray; 1989.

En el momento del despegue del talón del suelo, la aponeurosis plantar realiza una función de torno y se enrolla alrededor de la cabeza del metatarsiano, colocando en tensión el sistema aquileocalcaneoplantar. Este mecanismo favorece la elevación del

arco longitudinal del pie sin necesidad de utilizar ninguna fuerza de contracción muscular y permite la progresión del resto del cuerpo sobre un pie fijo y estable.

Cuando se produce el despegue de los dedos del pie, la articulación metatarsofalángica del hallux forma un ángulo de 80-90º respecto a la superficie de apoyo.

- Articulación metatarsofalángica de los cuatro últimos dedos:

Establecidas entre las cabezas de los metatarsianos 2º al 5º, con las bases de las falanges proximales de los dedos correspondientes.

También presentan dos ejes de movimiento (flexo-extensión, predominante y abducción-aducción).

Al no disponer del sistema glenosesamoideo, durante la marcha o en posición de puntillas, se comportan de manera distinta. La cabeza metatarsal al girar se trasladará también, empujando hacia delante la falange correspondiente. Ésta, a su vez se verá frenada por los tendones flexores y extensores largos, por lo que existirá una tendencia fisiológica a la garra digital, tendencia solo parcialmente contrarrestada por la acción de los músculos interóseos y lumbricales, que aplican los dedos sobre el suelo.

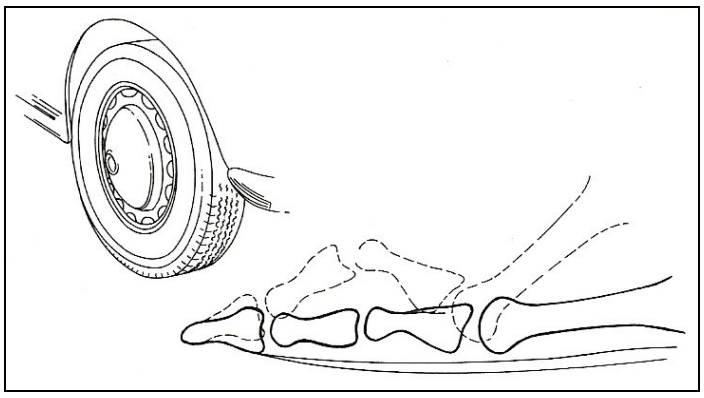


Figura 15. Movilidad de los cuatro últimos dedos.
Tomado de Viladot-Pericé A. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Ed. Toray; 1989.

Cuando se produce el despegue, se observa una flexión dorsal mínima de 65º en estos últimos cuatro radios.

El sistema aquileocalcaneoplantar también queda tensado por la flexión dorsal de los cuatro últimos dedos, pero con mucha menos potencia de tirante que la producida por el hallux.

B.2 Articulaciones interfalángicas:

Se establecen entre las cabezas de las falanges proximales –base de falanges medias (articulación interfalángica proximal) y entre cabezas de falanges medias-bases de falanges distales (articulación interfalángica distal)

Poseen un único eje de movimiento (trocleartrosis) responsable de la flexoextensión.

Cuando se realiza la deambulación normal, la principal función de las articulaciones interfalángicas es la de mantener el dedo estable contra el suelo y esto se consigue a través de la contracción de la musculatura plantar. Esta estabilidad servirá para facilitar el apoyo del pie durante la fase de despegue de la marcha y especialmente durante la carrera y el salto, mejorando el estímulo propioceptivo y el equilibrio.

1.3 METATARSALGIA

1.3.1 DEFINICIÓN.

Término clínico para referirse al dolor que afecte a la zona anterior del pie.

Es una de las causas más frecuentes de dolor del cuerpo humano y su localización más frecuente en el pie.

En casi el 90% de los casos afecta al sexo femenino, ya sea por predisposición genética o por influencia del calzado.

Metatarsalgia es un término descriptivo, no diagnóstico, que incorpora una serie de procesos clínicos de etiología diversa, que afectan a una o varias estructuras anatómicas relacionadas con las articulaciones metatarsofalángicas y no se limita únicamente a la región plantar[17].

Generalmente se debe a trastornos puramente biomecánicos (hasta en un 90% de los casos) y en la práctica clínica la causa predominante es el desequilibrio del apoyo de los distintos metatarsianos que aparece en los cuadros de hallux valgus del adulto (síndrome de insuficiencia del primer radio).

El denominador común de todas la metatarsalgias es una deformidad o alteración que acaba haciéndose dolorosa por un reparto irregular de cargas en las cabezas metatarsianas y dedos.

1.3.2 CLASIFICACIÓN.

Viladot y Troncoso[18](1964) y posteriormente Bardelli et al[19], apoyados en un estudio epidemiológico sobre 1878 casos de metatarsalgias, han propuesto una completa clasificación de este cuadro clínico. Distingue tres grandes grupos: metatarsalgias de origen sistémico, metatarsalgias de origen local y metatarsalgias de origen biomecánico (éstas últimas son la causa principal de consulta).

A) Metatarsalgias sistémicas o extrarregionales:

A.1 Enfermedad vascular:

- *De causa arterial:*

  Entre ellas podemos destacar las arteriopatías obstructivas crónicas en las que el dolor metatarsal puede ser el primer síntoma de un estado vascular precario. Una embolia puede producir una isquemia aguda debida a macroémbolos (5-10 mm. de diámetro) procedentes de aneurismas, valvulopatías o infartos de miocardio: los microémbolos (<5mm.) pueden bloquear las arterias digitales, produciendo el síndrome del dedo azul (cianosis y dolor digital).

  Otras causas arteriales menos frecuentes serían la tromboangeitis obliterante o el síndrome de atrapamiento de la arteria poplítea.

- *De causa venosa:*

  La afectación venosa, ya sea por insuficiencia superficial o profunda, frecuentemente se acompaña de dolor en el área metatarsiana, difícil en ocasiones de diferenciar de aquellos casos con clínica funcional o estructural mecánica.

A.2 Enfermedad metabólica:

Pueden producir metatarsalgia cuadros muy frecuentes como la diabetes, gota, osteoporosis, etc.

A.3 Enfermedades reumáticas:

- *Artritis reumatoide:*

En estadios precoces, puede debutar como una metatarsalgia del 5º radio.

En estadios avanzados, existen cuadros poliarticulares que afectan las metatarsofalángicas e interfalángicas de los dedos.

- *Psoriasis:*

  Se presenta con síntomas similares a la artritis reumatoide, pero con mayor frecuencia de bilateralidad y de afectación poliarticular.

- Tenosinovitis:

  Puede ser la primera manifestación de la colitis ulcerosa, enfermedad de Reiter o cuadros de gonococia.

A.4 Enfermedades neurológicas:

- *Enfermedades del sistema nervioso central (SNC):*

  - Patologías que pueden afectar al sistema piramidal (accidentes cerebro-vasculares, encefalopatías tumores, etc.): frecuente deformidad en equino por contractura del tríceps sural.
  - Patologías que afecten al sistema extrapiramidal (Parkinson, corea de Hungtinton, etc.).

- *Enfermedades del sistema nervioso periférico (SNP):*

  - Poliomielitis.
  - Radiculopatías
  - Neuropatías (diabetes, Herpes, Lupus, etc.)

A.5 Enfermedades psicógenas:

- *Cuadros depresivos.*
- *Simuladores:*

  - Neurosis de renta.
  - Síndrome de Munchausen.

B) Metatarsalgias locales o regionales:

B.1 Piel y tejido subcutáneo:

- *Atrofia de la almohadilla plantar:* Causa muy frecuente de metatarsalgia en ancianos.
- *Enfermedades dermatológicas:* La más destacable es la verruga plantar. Representa el 48% de todas las lesiones benignas de partes blandas. Aparece en un 87% de los casos en la zona de apoyo plantar metatarsal.
- *Lesiones cutáneas por fricción o microtraumas repetidos* (ampollas tras largas caminatas o carreras de soldados o atletas).
- *Lesiones cicatriciales post-quirúrgicas* (evitar si es posible el abordaje plantar de zona de carga).
- *Inclusión de cuerpos extraños* (partículas metálicas en ambiente laboral, astillas o espinas vegetales en ámbito rural).
- *Patología ungueal:* A destacar las infecciones y la uña incarnata.

B.2 Bolsas y tendones:

Metatarsalgias debidas a cuadros inflamatorios o infecciosos de bursas intermetatarsianas o tendones flexoextensores de los dedos.

B.3 nervios periféricos:

Son frecuentes los trastornos irritativos con dolor irradiado, parestesias o disestesias. Existen distintos cuadros dependiendo del nervio o nivel de compresión:

- *Síndrome de túnel del tarso:* Compresión del nervio tibial posterior en su totalidad (variante proximal) o de ramas terminales (variante distal).

- *Síndrome de túnel tarsal anterior:* Compresión del n. peroneo profundo entre el retináculo extensor y el plano óseo o incluso en el área tarso-metatarsiana dando lugar a dolor en el primer espacio interdigital y dorso de los dos primeros dedos.
- *Síndrome del nervio peroneo superficial:* Compresión del mismo cuando penetra la fascia profunda de la pierna unos 5-10 cm. por encima del maléolo externo. Se presenta con dolor lancinante en la cara lateral de tobillo, pie y dedos.
- *Síndrome de Civinini-Morton:* Es la causa más frecuente de dolor metatarsal de origen irritativo. Descrito por Thomas Morton en 1876 como un síndrome doloroso que afecta generalmente al 3er espacio intermetatarsiano (75%) y al 2^{o} espacio (20%).
  En un 5% de los casos se aprecia afectación en dos espacios del mismo pie y en un 7% el cuadro es bilateral.
  Su incidencia es mayor en la mujer (80%), con una edad media de aparición entre los 25 y los 50 años.
  Se cree que existe una irritación primaria del nervio interdigital por compresión contra el ligamento transverso intermetatarsiano, especialmente durante la fase propulsiva o 3er rocker (apoyo en la eminencia digitoplantar y dedos en dorsiflexión).

B.4 Patología osteoarticular:

- *Artritis u osteítis séptica:* La causa más frecuente en adultos son las heridas penetrantes. Los microorganismos involucrados suelen ser pseudomonas y estafilococos. En niños, aunque infrecuente, pueden existir casos de artritis séptica por diseminación hematógena.
- *Traumatismos:* Generalmente no suele existir ningún problema para establecer la relación causal entre traumatismo y dolor metatarsal. Son muy frecuentes en accidentes de tráfico, actividades deportivas y accidentes de trabajo (aplastamientos, caídas de altura, etc.)

  Producen múltiples cuadros dolorosos con inflamación local y hematomas. Con el estudio radiológico minucioso suele bastar para descubrir fracturas del cuello metatarsal, luxaciones metatarsofalángicas, etc.

  La principal lesión que se produce en domicilio suele ser la fractura de falange digital tras caída de objeto o desviación forzada al impactar el pie descalzo sobre mobiliario diverso.
- *Osteocondrosis:* Se trata de una necrosis avascular de la cabeza metatarsal, con especial incidencia en la segunda. Se presenta preferentemente en mujeres jóvenes.

  Fue descrita por primera vez por A.H. Freiberg (1914) y posteriormente por Köhler (1915), por lo que se conoce como enfermedad de Freiberg o Köhler II.

  Para explicar esta necrosis, dos teorías son las más aceptadas: la teoría vascular y la mecanicista (microtrauma repetido con el uso de zapatos estrechos).

  Clínicamente existe dolor de aparición espontánea previo a la aparición paulatina de tumefacción dorsal.

  En fase de secuelas al dolor se suma la limitación de la movilidad, deformidad digital en martillo y el abultamiento en la cara dorsal secundario a las exostosis.

B.5 Tumores:

En general, es rara la localización de tumores en esta área anatómica[20] (1-4% del total de tumores). La gran mayoría de estos tumores, por encima del 80% generalmente, son benignos. Se presentan con más frecuencia en varones y a una edad cercana a los 30 años. Los metatarsianos y los huesos del tarso (fundamentalmente el calcáneo) son los más afectados[21].

- *Benignos:* Los tumores óseos benignos de la serie condral son los más frecuentes[22], seguidos por los formadores de tejido óseo y los tumores de células gigantes.
- *Malignos:* Asientan con una mayor frecuencia en los metatarsianos. Pueden aparecer osteosarcomas en varones jóvenes de 15-35 años, sarcoma de Swing o metástasis (hasta el 1% del total de metástasis pero en aumento como consecuencia del aumento de la esperanza de vida).

C) Metatarsalgias de origen biomecánico:

Se deben a alteraciones del equilibrio o distribución de la carga al área metatarsal, producidas por causas funcionales o estructurales.

Es importante identificar correctamente si la causa funcional o la deformidad se localiza en el antepié o segmentos más proximales (mediopié, retropié, sural, etc.), ya que el mejor tratamiento siempre que sea posible será atacar dicha causa y no la consecuencia dolorosa metatarsal.

C.1 Anomalías funcionales:

- *Pie plano (infantil o del adulto):*
  El valgo del talón produce como consecuencia la supinación del antepié. Por ello el primer metatarsiano se coloca prácticamente paralelo al suelo, lo que le hace insuficiente y sobrecarga el resto de radios.
- *Laxitud ligamentosa:*
  Enfermedades congénitas del tejido conectivo (Síndromes de Marfan o de Ehlers-Danlos) o disbalances hormonales (embarazo o menopausia) pueden provocar metatarsalgia, como en el pie plano, debido a una excesiva pronación en la articulación calcaneo-astragalina.
- *Deformidades digitales:*
  La perdida del apoyo digital conduce a sobrecarga de las cabezas metatarsianas, produciendo metatarsalgia y molestias debidas a las callosidades, generalmente dorsales, en las articulaciones interfalángicas.

  Etiopatogenia:

  La posición correcta de los dedos, tanto en reposo como en la marcha, dependerá de la buena función y equilibrio de los estabilizadores pasivos (aponeurosis, placa plantar, cápsula articular y ligamentos colaterales) y los estabilizadores activos (musculatura extrínseca e intrínseca del pie).

  Numerosas causas pueden alterar la función de estos estabilizadores:

  - Retracción congénita o adquirida tendinosa (como por ejemplo tras un síndrome compartimental de pie o pierna).
  - Alteraciones estáticas del antepié: Pie plano, pie cavo, síndrome de insuficiencia del primer radio.
  - Enf. neurológicas: Enf. de Charcot-Marie-Tooth, espasticidad en parálisis cerebral.
  - Enf. inflamatorias: Artritis reumatoide, etc.

- Uso de calzado estrecho y tacón alto.

Una o varias de las causas anteriores, conducen al mantenimiento en posición de hiperextensión de la articulación metatarsofalángica más allá del tiempo de extensión fisiológica de la marcha, lo que condiciona secundariamente a una modificación de la función de la musculatura intrínseca, que pasa de ser flexora a extensora. Igualmente la musculatura extrínseca se retrae, manteniendo la deformidad y la almohadilla grasa de la planta se desplaza hacia delante. La articulación metatarsofalángica se desestabiliza y puede llegarse a la luxación de ésta, cuando falle el último estabilizador, la placa plantar (figura 16).

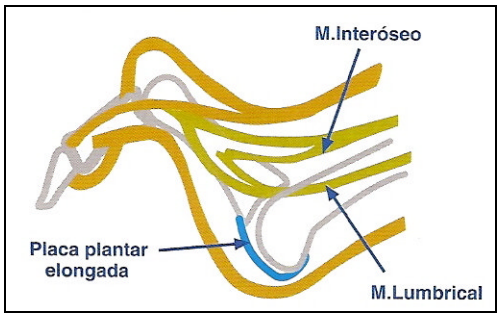


Figura 16. Elongación de la placa plantar.

Tomado de Recondo JA. Resonancia magnética en el tobillo-pie.Madrid: Díaz de Santos;2001.

Esta estructura puede verse elongada o rota en estudios mediante RMN[23] (figura 17), hecho a tener en cuenta si pensamos corregir la luxación de forma quirúrgica (no podemos valorar el estado de la placa plantar mediante un abordaje dorsal).

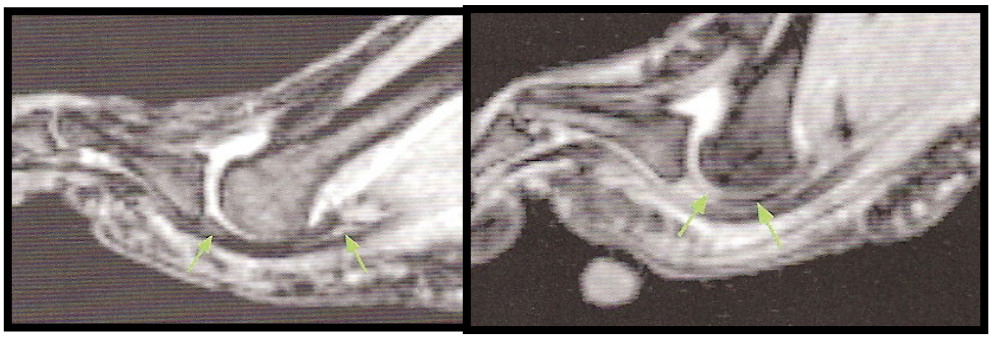


Figura 17. Elongación y rotura de la placa plantar detectada mediante RMN.

Tomado de Recondo JA. Resonancia magnética en el tobillo-pie.Madrid: Díaz de Santos;2001.

<u>Clasificación:</u>

- En el **plano longitudinal**:

  + Dedo en martillo: MTF en extensión, IFP en flexión e IFD en extensión.

+ Dedo en garra: MTF en extensión, IFP en flexión e IFD en flexión.
+ Dedo en mazo: MTF en extensión, IFP en neutro e IFD en flexión.

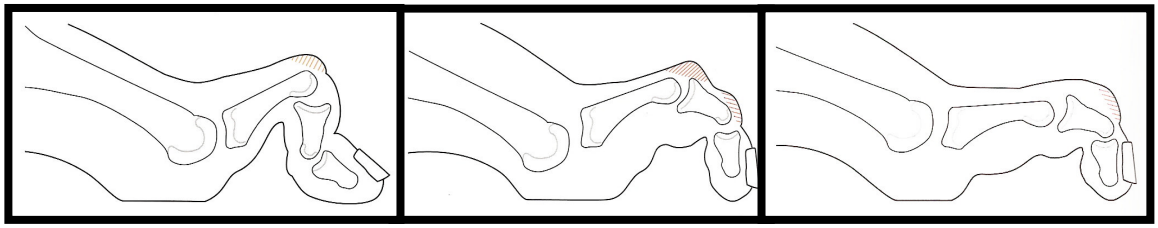


Figura 18. Dedo en martillo, dedo en garra y dedo en mazo.

Tomado de De Prado M, Ripoll PL, Golanó P. Cirugía percutánea del pie. Barcelona: Masson; 2003.

- En el **plano transverso**:

  + Clinodactilia: Desviación lateral a nivel de articulación interfalángica. Mucho más frecuente en el 4º dedo (bilateral e incidencia familiar).
  + Dedo supra o infraductus: Frecuente unido a hallux valgus o quinto varo.

- Enfermedades musculares:

  Pueden ser primarias (miopatías) o secundarias a alteraciones neurológicas (SNC o SNP). Por ello es crucial un adecuado estudio clínico neurológico de los miembros inferiores.

  Generalmente conllevan un disbalance muscular de grupos antagonistas dando lugar a sobrecarga metatarsal secundaria.

- Sobrepeso:

  La obesidad por si sola puede causar metatarsalgias o más frecuentemente actúa como un factor desencadenante de múltiples cuadros que sin su presencia se mantendrían subclínicos.

  No olvidar por tanto insistir a los pacientes en la corrección de la obesidad.

C.2 Anomalías estructurales:

- *Sobrecarga metatarsal global:*

➢ <u>PIE CAVO:</u>

+ Definición: Pie en el que existe una mayor altura de la bóveda plantar, lo que conlleva un aumento del ángulo de ataque de los metatarsianos y condiciona una sobrecarga en el apoyo estático y dinámico[24].

+ Etiología:

o De origen neurológico: La alteración dinámica predomina sobre la deformidad, siendo secundaria la alteración morfológica al desequilibrio muscular.

  -Predominio de factor paralítico: Poliomielitis.

-Predominio de factor espástico: Enf. de Friedreich.

- Secundario a alteraciones osteoarticulares: en este caso predomina la alteración estática sobre la dinámica, siendo secundarias las alteraciones de la marcha a la modificación de la forma.
  -Pie cavo congénito.
  -Provocados por agentes externos (traumatismo o calzado inadecuado).
  -Provocado por enfermedad osteoarticular (artritis reumatoide).
- Secundario a retracción de partes blandas: La deformidad es secundaria a una retracción de la piel, aponeurosis o tejido blando, que altera la marcha.
  -Enfermedad de Ledderhose: Aparición de nódulos plantares que progresivamente van retrayendo la aponeurosis plantar.
  -Cicatrices plantares secundarias a heridas importantes o quemaduras.

+ Clasificación morfológica:

- Pie cavo posterior: Cuando existe una parálisis del tríceps sural, el calcáneo bascula ascendiendo su parte anterior. Aparecen hiperqueratosis muy dolorosas tanto a nivel posterior como anterior.
- Pie cavo anterior: Es la más frecuente (cavo esencial).Existe una caída de los metatarsianos, que no se afectan uniformemente, siendo más frecuente la sobrecarga a nivel del primer metatarsiano. Posteriormente, el desequilibrio de la musculatura intrínseca condicionará la aparición de una garra digital y una tendencia a la subluxación de las metatarsofalángicas de los radios menores.

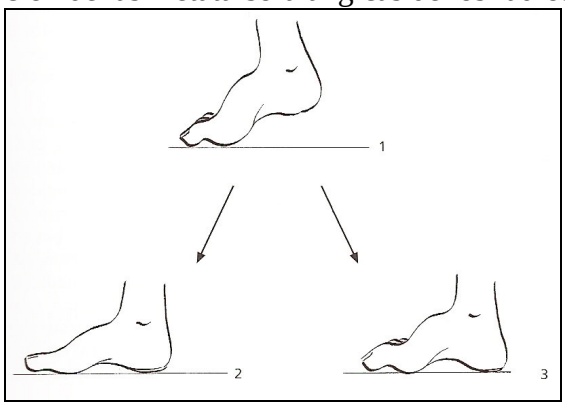


Figura 19. Pie cavo dinámico y pie cavo estructurado.

Tomado de Núñez-Samper M. Síndrome de sobrecarga anterior y síndrome de insuficiencia de los radios medios . En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:257-63.

+ Clínica:

En los pies neurológicos inicialmente se ve alterada la marcha (apoyo inicial con los metatarsianos, no con el talón) y posteriormente se fijan las deformidades, motivo por el cual se habla de “pie cavo dinámico” antes de la fase de “pie cavo estructurado”, en la que la contracción enérgica de los extensores elevará los dedos hacia arriba, produciendo el roce dorsal con la superficie del zapato (figura 18).

Puede dar lugar a una metatarsalgia del primer dedo o sobrecarga de todas las cabezas.

➢ PIE EQUINO:

+ Definición: Se caracteriza por una exagerada verticalización de todos los metatarsianos y retracción del tendón de Aquiles.

+ Etiología:

* Neuromuscular: Parálisis, síndrome compartimental, neuropatías periféricas.
* Osteoarticular: Fracturas, artropatías degenerativas.
* Partes blandas: Quemaduras.
* Funcional: Marcha equino idiopática, histeria.
* Compensatorio: miembro acortado respecto del contralateral.

+ Clínica:

Presentan una gran hiperqueratosis difusa o varias separadas en todo el apoyo anterior, con articulaciones metatarsofalángicas en flexión dorsal de 90º irreductibles y retracción aquilea que impide la horizontalización del pie.

- *Distribución irregular de la carga en el antepié:*

-Síndrome de insuficiencia del primer radio:

Se caracteriza por una disminución de la carga soportada por el primer radio que conlleva una transferencia de la misma y sobrecarga de los radios menores, especialmente del segundo y tercero.

+ Etiología:

* Anomalías congénitas (Pie atávico de Morton): Aquellas con acortamiento y/o desviación en varo del primer metatarsiano y secundariamente un retroposicionamiento de los sesamoideos.
* Hipermovilidad de articulación metatarso-cuneiforme: Se discute la efectividad de la artrodesis de esta articulación. ***Art 23-26***
* Luxación lateral de los huesos sesamoideos en casos de metatarso varo.
* Pie plano con antepié supinado con disminución de la carga en el primer radio.
* Iatrogenia: Exéresis de cabeza metatarsal, artroplastia de Keller-Brandes-Lelièvre, acortamiento y/o dorsiflexión excesiva del primer metatarsiano.

- Síndrome de sobrecarga del primer radio:

+ Clasificación:

* Congénitas: Por longitud excesiva del primer metatarsiano (Index plus) o por braquimetatarsia del segundo radio.
  Ambas situaciones conducen a hallux rigidus.
* Adquiridas: Actividades que sobrecargan e inflaman los sesamoideos debido a una hiperflexión y apoyo del primer radio (carrera, baile, uso de zapatos con tacón muy alto).
* Iatrogénicas: Osteotomías del primer metatarsiano con descenso del mismo.

- Síndrome de sobrecarga o insuficiencia de los radios medios:

Debido a un malalineamiento en el plano horizontal o en el plano frontal, las cabezas de estos metatarsianos pueden recibir mayor o menor carga que la idónea.

La pérdida de la dorsiflexión del metatarsiano conlleva sobrecarga y la hipermovilidad insuficiencia.

+ Clasificación:

* Local:

1. Anomalías de longitud:

- Congénitas.
- Adquiridas: Enfermedad de Freiberg, fracturas, iatrogenia, radioterapia.

2. Anomalías de altura:

- Congénitas.
- Adquiridas: Paralíticas, fracturas, iatrogenia.

3. Anomalías de la movilidad:

- Articulación de Lisfranc (rigidez o laxitud).
- Laxitud de ligamento intermetatarsiano.
- Síndrome de articulación 2ª metatarsofalángica.

* Proximal:

1. Pie cavo.

2. Pie equino.

3. Sinóstosis tarsales.

* Distal:

1. Deformidad digital: su insuficiencia provoca sobrecarga de la articulación metatarsofalángica correspondiente.

- Síndrome de sobrecarga del quinto radio:

+ Clasificación:

* Regional:

1. Deformidad digital: Congénita o adquirida.

2. Deformidad de la 5ª metatarsofalángica: Congénita o adquirida.

3. Valgo del 5º metatarsiano: Juanete de sastre.

4. Rigidez articulación cuboides-5º metatarsiano.

* Extrarregional:

1. Antepié aducto.

2. Antepié varo.

3. Pie cavo.

4. Antepié supinado.

5. Secuelas de pie zambo.

6. Secundario a alteraciones neuromusculares.

7. Secundario a alteración rotacional de miembros inferiores.

1.4 DIAGNÓSTICO DE LA METATARSALGIA

Sin lugar a dudas, éste es el punto clave para obtener éxito terapéutico. El diagnóstico lo basaremos en la exploración clínica y en el estudio radiológico. Existen otras pruebas diagnósticas, complementarias a las anteriores, de utilidad solamente en determinadas situaciones clínicas.

1.4.1 Exploración clínica:

Se debe realizar una exploración en bipedestación, de la planta en sedestación y en apoyo con ayuda del podoscopio

Debemos descubrir las distintas alteraciones del pie en su conjunto y no solo centrarnos en el dolor bajo las cabezas metatarsianas. Entre ellas, la morfología del pie y su pisada (pie cavo, plano, etc.), eje del retropié, localización del dolor; cómo y cuándo se acentúa el mismo, deformidad de los dedos y su reductibilidad (explorar detenidamente el hallux), calzado habitual, movilidad de las distintas articulaciones, etc. Pero sobre todo el aspecto clínico más importante es el estudio de la hiperqueratosis plantar[25]. Ante una metatarsalgia sin hiperqueratosis hay que desconfiar de un posible origen mecánico, salvo que su instauración haya sido tan reciente que no diera tiempo suficiente a los cambios adaptativos de los tejidos blandos.

Las queratosis que se encuentran bajo las cabezas metatarsianas y de amplitud reducida *(queratosis plantares)* se producen durante el 2º rocker o fase de apoyo de la marcha. Son debidas a alteraciones de la alineación en el plano frontal y responderán favorablemente a una elevación de la cabeza metatarsiana pero no a un acortamiento.

Sin embargo las queratosis asociadas a la metatarsalgia de propulsión (3er rocker); típicas de los síndromes de insuficiencia del primer radio ocupan una posición más distal *(queratosis planto-distales)* y tienden a ser amplias y difusas, abarcando más de una cabeza metatarsal. Éstas responderán favorablemente al acortamiento del metatarsiano.

1.4.2 Escalas de valoración clínica:

Las escalas de valoración, ya sean clínicas o radiológicas intentan cuantificar los resultados obtenidos por un tratamiento médico o quirúrgico mediante la asignación de una puntuación a cada una de las situaciones clínicas o hallazgos radiológicos prefijados. Generalmente a mayor puntuación mejor resultado clínico o radiológico. De

esta manera podemos estimar el grado de beneficio otorgado a nuestros pacientes y comparar nuestros resultados con los de otros colegas.

En este estudio he tomado como escala clínica la propuesta por Kitaoka et al[26], adoptada por la AOFAS (American Orthopaedic Foot Ankle Society) y que es muy utilizada en comunicaciones y estudios comparativos.

Se denomina LMIS (Lesser toe metatarsophalangeal interphalangeal scale). Existe otra específica para valorar la funcionalidad del hallux (HMIS).

Presenta datos subjetivos otorgados por el paciente y otros objetivos, proporcionados por el investigador.

La máxima puntuación posible es de 100 puntos. Está dividida en tres apartados:

A) Dolor: 0-40 puntos.

B) Función: 0-45 puntos. Engloba los subapartados siguientes:

1 Actividad (0-10 puntos)

2 Calzado (0-10 puntos)

3 Movilidad flexoextensora de la MTF (0-10 puntos)

4 Movilidad flexora de IF (0-5 puntos)

5 Estabilidad MTF-IF (0-5 puntos)

6 Callosidad MTF-IF (0-5 puntos

C) Alineamiento: 0-15 puntos.

Por tanto podemos decir que los primeros 50 puntos son subjetivos del paciente y los 50 siguientes son objetivables por el investigador, siempre que, como ha ocurrido en esta tesis doctoral, la medición de la movilidad y de la deformidad-inestabilidad la realice un único observador siguiendo un protocolo de exploración.

Otras escalas, como la Maryland Foot Score[27], asignan también al dolor (dato subjetivo) la mitad aproximadamente de la puntuación total (igualmente 100 puntos).

1.4.3 Estudio radiológico:

Lo ideal sería disponer de un estudio radiológico y baropodométrico dinámico, que nos describiera cómo apoyan las distintas partes del pie en las distintas fases de la marcha. Como esto es difícil en la práctica habitual, nos valemos del estudio radiológico estático en proyección dorsoplantar y lateral en carga. Existen otras proyecciones opcionales como la de Roig-Puerta y de la Laroque-Chevrot.

- Proyección dorsoplantar: Debemos cuantificar los parámetros habituales (ángulo del hallux, ángulo intermetatarsiano…), fórmula digital, fórmula metatarsal e índice de protrusión, aspecto de las articulaciones metatarsofalángicas, deformidades de los dedos, etc.
- Proyección lateral: Observar la morfología global del pie, ángulos de incidencia metatarsal, aspecto de las articulaciones del retro y mediopié, deformidades de los dedos, etc.
- Proyección de Roig-Puerta: Es una modificación de la de Rocher o Maiotti. Permite el estudio del apoyo de los metatarsianos en carga.

  El pie se apoya sobre una estructura elevada radiotransparente (generalmente un banco de madera), con los dedos en hiperextensión apoyados sobre la placa radiológica (perpendicular al apoyo del pie). El tubo de rayos X se sitúa por detrás y por debajo de los dedos, centrado en el tercer metatarsiano.
- Proyección de Laroque-Chevrot[15,28] o de ¾ oblicua externa con apoyo: Usada para obtener una aproximación fiel de la alineación frontal con apoyo de los metatarsianos**.**

1.4.4 Valoración radiológica:

A) Del alineamiento horizontal:

Existen distintas formas de cuantificar en la radiografía dorsoplantar el acortamiento metatarsal que deseamos obtener con la osteotomía de Weil o sus variantes. Muchos autores utilizan la línea de referencia de Maestro et al[29] para conseguir una fórmula metatarsal postquirúrgica lo más parecida a la ideal. Según éstos autores los distintos metatarsianos deben guardar la siguiente proporción:

$M_1=M_2$

$M_3=M_2$ -3 mm.

$M_4=M_3$ -6 mm.

$M_5=M_4$ -12 mm.

Por el contrario muchos cirujanos no cuantifican previamente en milímetros cuánto quieren acortar los metatarsianos, y es en el acto quirúrgico cuando retroceden la cabeza metatarsiana lo necesario para relajar la articulación (frecuentemente el retroceso es automático y no forzado).

B) Del alineamiento frontal:

Hasta ahora no existen directrices o métodos obtenidos de la radiología que asistan al cirujano en la realización de osteotomías de ascenso o descenso metatarsal.

Wang[30] describe un método experimental ecográfico para medir el alineamiento vertical de las cabezas metatarsales pre y postoperatoriamente.

1.4.5 Otras pruebas diagnósticas:

A) Fotopodograma: De gran valor para aquellos casos con alteraciones de la bóveda plantar. Permite seguir de manera objetiva la evolución de las malformaciones podológicas y, con ello, la eficacia del tratamiento.

Sin embargo no tiene gran utilidad para el estudio de la metatarsalgia.

B) Electromiografía: Puede ser de utilidad en sospechas de pies neurológicos o en el diagnóstico diferencial de la metatarsalgia de Morton.

C) Ecografía, TAC o RMN: De utilidad como prueba de imagen ante tumores, necrosis avascular, neuroma de Morton, etc.

D) Baropodometría: Existen múltiples sistemas que cuantifican las presiones soportadas por cada una de las áreas de la huella plantar. Se genera una imagen con una gradación de colores en función de la intensidad de la presión[31].

Permitiría cuantificar los cambios de presión producidos tras tratamientos ortésicos o quirúrgicos.

El inconveniente es que al no existir una posición de reposo absoluto hay una gran variabilidad en los registros de la misma persona en diferentes momentos, obligando a realizar un número indeterminado para tener un registro fiable.

Por tanto un único registro carece de valor, aunque puede ser útil la valoración pre y postoperatoria de la metatarsalgia siempre que sea manejada por manos expertas.

1.5 TRATAMIENTO MÉDICO DE LA METATARSALGIA

Cualquier paciente debe tratarse de modo incruento antes de someterse a una intervención.

La fisioterapia preoperatoria tiene un papel poco importante en el tratamiento incruento de las metatarsalgias.

Únicamente obtenemos resultados mediante el uso de plantillas u ortesis plantares, que son de dos tipos[32]:

A) Acomodativas:

Con ellas se pretende descargar una zona de la eminencia digitoplantar basándose en la sobrecarga (elevación) de una zona vecina.

Las de uso más común son las de apoyo retrocapital. Se realizan en materiales no rígidos y parte de sus propiedades analgésicas se deben a la blandura del material:

- Siliconas viscoelásticas.
- Cuero-corcho.
- Materiales termomoldeables de baja densidad (EVA= Etilenvinilacetatos).

Actúan siempre que el pie está en apoyo plantígrado, por lo que resultan ineficaces si la sobrecarga se produce durante el tercer rocker, ya que no es posible la elevación de ninguna cabeza metatarsiana durante la propulsión.

B) Funcionales:

Se pretende con su uso controlar el movimiento acoplado de retropié y antepié. Están indicadas en casos en los que la metatarsalgia es secundaria a alteraciones que cursan con una posición anormal de la articulación subastragalina (valgo o varo de talón, desalineaciones rotacionales del miembro inferior) o debida a alteraciones estructurales del antepié que obligan a una desalineación secundaria del talón.

Se fabrican en materiales diversos:

- Semirrígidos: Polipropileno, resinas.
- Rígidos: Plexidur, fibra de vidrio.

1.6 TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LA METATARSALGIA MECÁNICA

Desde finales del siglo XIX se viene estudiando los cuadros de metatarsalgia mecánica y desde antes del 1920 se vienen realizando[15] osteotomías metatarsianas para intentar corregirlos. Paulatinamente se han descrito multitud de técnicas y variantes, que se han ido globalizando y perfeccionando gracias sobretodo a los congresos y publicaciones internacionales, y en los últimos años al acceso a la información vía Internet, que permite conocer los avances tecnológicos o quirúrgicos con gran facilidad.

A lo largo de la historia diversos cirujanos se han enfrentado al dolor metatarsal con distintas técnicas, unas más acertadas que otras, con el fin de devolver el equilibrio funcional o corregir deformidades y así:

- Eliminar o mejorar el dolor del hallux o de la metatarsalgia.
- Permitir al paciente calzarse con normalidad.

La clave del tratamiento de una metatarsalgia mecánica radica en un diagnóstico etiológico correcto sobre el que se puede sentar una indicación adecuada. Por ejemplo cuando la lesión primaria es proximal (equinismo evidente o subclínico), en el mejor de los casos las osteotomías metatarsianas distales le dejan en una situación parecida a la preoperatoria. En palabras de A. Viladot[32], una técnica ejecutada con algún fallo técnico sobre una indicación correcta puede proporcionar un resultado satisfactorio, pero una ejecución técnica perfecta mal indicada conlleva un fracaso.

Seguidamente se resumen las distintas técnicas más importantes que se vienen realizando ante los cuadros de metatarsalgia mecánica estructurales más frecuentes en la práctica clínica diaria.

1.6.1 SÍNDROME DE SOBRECARGA ANTERIOR DEL ANTEPIÉ: PIE EQUINO.

La contractura-acortamiento del tendón de Aquiles representa una causa evidente de metatarsalgia mecánica estática en los casos de equinismo, incluso cuando éste es de origen congénito. A veces se tratará de una simple limitación de la flexión dorsal del antepié, pero suficiente para provocar la sobrecarga del apoyo anterior del pie.

El tratamiento suele ser quirúrgico la mayoría de las veces:

- ante un equino postural que compensa una dismetría se debe alargar el miembro acortado.
- ante el resto de casos debemos valorar si la deformidad se puede corregir mediante alargamientos del tendón de Aquiles y capsulotomías posteriores o si va a ser necesario realizar técnicas óseas como por ejemplo una artrodesis de la articulación de Chopart.

1.6.2 SÍNDROME DE SOBRECARGA ANTERIOR DEL ANTEPIÉ: PIE CAVO.

Existirá metatarsalgia en las formas clínicas de pie cavo anterior en las que los metatarsianos estén verticalizados (la línea de apoyo del talón se sitúa más alta que la del antepié). Además frecuentemente se produce una subluxación o luxación de los dedos, faltando la necesaria ayuda a los metatarsianos durante la fase de apoyo de la marcha.

En la *fase dinámica* puede recomendarse un tratamiento fisioterápico, reeducación de la marcha y ortesis con efecto de descarga del arco anterior y del interno. La protección de la garra digital puede llevarse a cabo con ortesis de silicona que eviten el roce con el calzado y retrasen la aparición de hiperqueratosis dorsal en los dedos.

Cuando *la deformidad está ya estructurada*, hay que actúar quirúrgicamente sobre partes blandas y/o sobre estructuras osteoarticulares, según convenga en cada caso[24,33]:

- Intervenciones sobre el primer radio (cuando existe un predominio del cavismo de éste):
  - Osteotomía proximal del primer metatarsiano. Pretende lograr una horizontalización del metatarsiano mediante una cuña dorsal sustractora o arciforme tipo Scherb-Giuntini.
  - Transferencia tendinosa. Debe realizarse cuando el predominio de la deformidad es la garra del primer dedo. Consiste en la transposición del extensor del primer dedo al cuello del metatarsiano y asociando una artrodesis de la interfalángica para evitar el flexo de la falange distal (Operación de Jones).

- Intervenciones sobre el resto de los metatarsianos (cuando la sobrecarga anterior esté producida por una verticalización de toda la paleta metatarsiana):
  - Fasciotomía plantar de Steindler. Consiste en seccionar la aponeurosis y los músculos cortos plantares en su origen calcáneo. Debe asociarse a otros gestos quirúrgicos mayores.
  - Transferencias tendinosas. Descrita por Camera, consiste en la transposición del tendón del extensor común de los dedos al cuello de cada uno de los metatarsianos correspondientes, logrando así un efecto extensor y corrigiendo indirectamente la garra digital. La experiencia ha demostrado que pierden rápidamente su función activa para comportarse como una tenodesis, deteriorándose progresivamente[15].
  - Osteotomía basal con cuña sustractora dorsal o metatarsectomía de Lelièvre logra horizontalizar toda la paleta metatarsiana de pies adultos estructurados.
  - Osteotomía-artrodesis. Propuesta por R. Viladot[33] en la que se realiza una artrodesis de los metatarsianos segundo y tercero (los más fijos) y una osteotomía extensora del resto (los que disponen de mayor movilidad).
  - Osteotomía mediotarsiana de Japas. Osteotomía extensora en forma de cuña de vértice posterior. No produce acortamiento ni limita la movilidad de ninguna articulación. Debe realizarse conjuntamente una fasciotomía plantar.

1.6.3 SÍNDROME DE SOBRECARGA DEL PRIMER RADIO.

El primer radio recibe más carga que en condiciones normales y aparece dolor que se acentúa en las fases de apoyo y sobretodo en la de despegue del pie[34].

- Hallux rigidus: Conlleva dolor, limitación de la movilidad y aumento de volumen, sobretodo dorsal de la metatarsofalángica del primer dedo.

  Puede ser primario o secundario (cirugía de hallux valgus o artrodesis fallida, traumatismos, artritis gotosa).

En los estadios I y II inicial de Régnauld se pueden realizar artrólisis u osteotomías de la cabeza metatarsiana (Valenti, Austin modificada, oblicua tipo Weil).

En los estadios II final y III (anquilosis) se realiza la artroplastia de resección de KBL-V, artrodesis o prótesis parcial o total (Swanson).

- Sesamoiditis: Dolor bajo la cabeza del primer metatarsiano, sobretodo al final del paso, en el borde interno del pie.

  La causa más frecuente es la sobrecarga continuada (atletas, bailarines), aunque también puede encontrase una osteonecrosis aséptica del sesamoideo o enfermedad de Renander.

  Generalmente responden al reposo, plantillas de apoyo retrocapital y las infiltraciones, siendo rara la necesidad de extirpar el sesamoideo lesionado.

1.6.4 SÍNDROME DE INSUFICIENCIA DEL PRIMER RADIO.

Entre las metatarsalgias de origen mecánico destacan particularmente los síndromes de insuficiencia del primer radio (SIIR), que se presentan en diversas situaciones estructurales y funcionales[32]:

- SIIR estructurales:
  - Brevedad del primer metatarsiano, congénita o adquirida.
  - Brevedad del primer dedo.
  - Agenesias de los sesamoideos.
  - Metatarsus primus elevatus.
- SIIR funcionales:
  - Dorsiflexión excesiva del primer metatarsiano.
  - Perdida de fuerza para la flexión plantar de la 1ª metatarsofalángica.

En el Hallux valgus es frecuente que se entremezclen tanto alteraciones funcionales (perdida de fuerza flexora plantar) como estructurales (acortamiento relativo progresivo del primer metatarsiano a medida que se desvía en varo) para dar lugar al síndrome.

Por tanto el tratamiento quirúrgico del SIIR debe atender a las causas (corrección del hallux valgus) y a las consecuencias (metatarsalgia de transferencia y deformidades digitales en los radios menores).

El objetivo final de las distintas técnicas quirúrgicas es conseguir un antepié ideal[35], para que se adapte más eficientemente a las funciones biomecánicas solicitadas en las distintas fases del apoyo podal.

Este antepié ideal (figura 20) precisa un equilibrio en el plano horizontal (fórmula metatarsal index plus-minus), en el plano frontal (que todas las cabezas metatarsianas soporten carga proporcional en el apoyo en el plano del suelo), y conseguir una fórmula digital griega (que es la que se adapta mejor a la forma del calzado), con un correcto apoyo y función prensora sobre el suelo de los distintos dedos para no sobrecargar las articulaciones metatarsofalángicas.

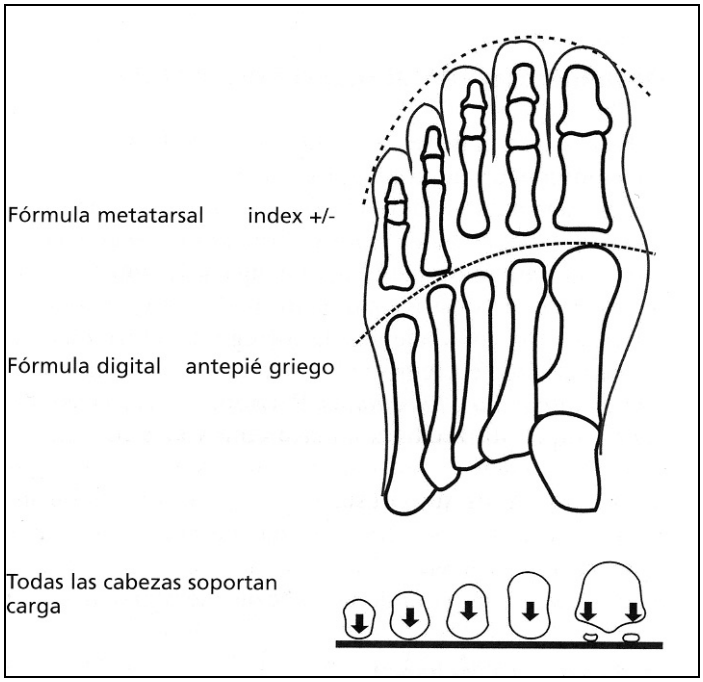


Figura 20. Antepié ideal en el plano horizontal y frontal.
Tomado de Viladot-Voegeli A, Viladot-Pericé A. Síndrome de insuficiencia del primer radio. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:235-48.

1.6.4.1 Corrección del hallux valgus.

Los objetivos anatómicos de cualquiera de las técnicas quirúrgicas serían:

- Eliminar la exostosis.

- Corregir la deformidad en valgo del primer dedo.
- Corregir la deformidad en varo del primer metatarsiano.
- Recolocar la cabeza del primer metatarsiano sobre los huesos sesamoideos.
- Conseguir que la articulación metatarsofalángica del primer radio sea congruente.

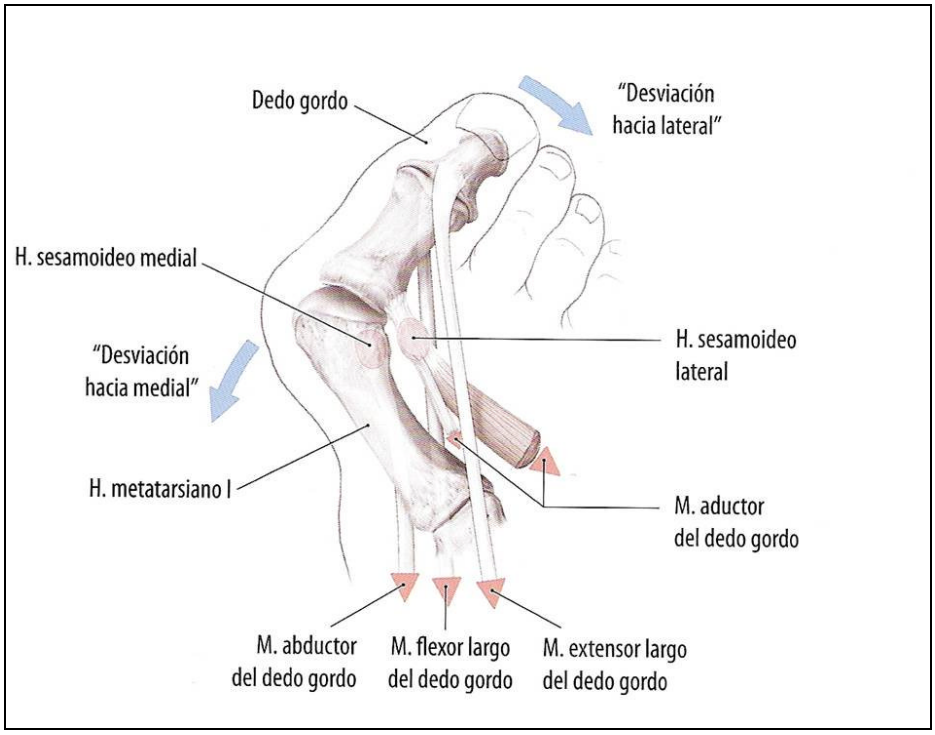


Figura 21 . Fisiopatogenia del hallux valgus.

Tomado de Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus: Texto y atlas de anatomía. Madrid: Médica Panamericana; 2005.

Todo ello debe mantenerse en el tiempo, evitando una recidiva que llevaría a nuevas intervenciones, con unas posibilidades de éxito cada vez menores para el paciente.

Es conocida la diversidad de técnicas quirúrgicas aplicadas al tratamiento de esta deformidad. De entre ellas, voy a señalar las más utilizadas actualmente.

A. Procedimientos sobre tejidos blandos

-La técnica de Silver, comprende la exostosectomía medial, liberación de la cápsula lateral y retensado de la medial. Se viene aplicando en casos leves con ángulo intermetatarsiano <15º. El problema radica en que la recidiva es muy frecuente[32].

-Por su parte, la técnica de McBride, incluye la sección de tendón aductor y su reinserción en la cara lateral del primer metatarsiano, junto con la extirpación del

sesamoideo lateral. A la recidiva frecuente se suma como complicación el riesgo de evolucionar hacia el *hallux varus.*. Con los conocimientos actuales, desde un punto de vista biomecánico no puede defenderse la exéresis del sesamoideo lateral como procedimiento primario, por lo que este gesto técnico no se realiza hoy día.

B. Resección-artroplastia

Se basa en la técnica descrita por Keller y, posteriormente Brandes, consistente en la exostectomía y resección de la porción proximal de la primera falange del dedo gordo que, en caso de pies egipcios, corrige la excesiva longitud del dedo y facilita la corrección del varo del metatarsiano[32]. Seguidamente se realiza el cerclaje fibroso de Lelièvre, con el que se corrige al tiempo la desviación del metatarsiano y la del dedo. Si no es posible corregir el varismo del metatarsiano, se puede realizar una artrotomía de la cuneometatarsiana, abriéndola, para colocar el metatarsiano en buena posición y resecar el cartílago articular para que se anquilose esta articulación. Viladot añadió a esta técnica el anclaje de los sesamoideos al tendón flexor, por medio de un punto a través del ligamento intersesamoideo; así se evita la retroposición de los mismos por el acortamiento y debilitamiento del radio. Es aconsejable iniciar inmediatamente fisioterapia articular de la neoarticulación con movimientos de flexoextensión, para ayudar a que el hematoma que queda en el espacio metatarsofalángico se convierta en una nueva articulación.

Tradicionalmente se ha acusado a esta técnica de presentar recurrencia de la deformidad, metatarsalgia de transferencia y pérdida de potencia de despegue del primer dedo[36]. Actualmente sigue siendo un procedimiento útil para pacientes de edad elevada, y en presencia de cambios degenerativos de la primera articulación metatarsofalángica.

C. Osteotomías

Con éstas se pretende, corregir la deformidad respetando la integridad articular, y recentrar al mismo tiempo los sesamoideos, recuperando el equilibrio muscular y articular alterado.

Las osteotomías pueden realizarse en el primer metatarsiano (en la base, en la diáfisis o en la zona distal) o en la falange proximal. Nuñez-Samper y Carranza[37] resumen las más frecuentemente utilizadas en la actualidad, señalando sus indicaciones y límites.

El estudio del ángulo de hallux valgus, ángulo intermetatarsiano y la fórmula metatarsiana son los indicadores claves para una correcta elección del tipo de osteotomía a realizar.

Los objetivos radiológicos a conseguir serían[32]:

- Fórmula metatarsiana index plus minus.
- Fórmula digital cuadrada.
- Cabeza del primer metatarsiano centrada sobre los sesamoideos.
- Ángulo intermetatarsiano <10º.
- Ángulo de hallux < de 20º
- PASA <8º.
- DASA <5º.

Resumo seguidamente las osteotomías de mayor aplicación en la actualidad.

C.1 OSTEOTOMÍAS DE LA BASE DEL PRIMER METATARSIANO

- *Osteotomía basal de adición*.

Tiene su indicación en caso de un primer metatarsiano corto y varizado. Consiste en la realización de una osteotomía lineal en la base en la que se interpone el fragmento óseo correspondiente a la exostosis resecada, lográndose un efecto valguizante. El paciente deberá estar en descarga cuatro semanas inmovilizado en un botín, previo al inicio del apoyo.

- *Osteotomía en cúpula o arciforme*.

Se trata de una osteotomía curvilínea de concavidad anterior, que permite la corrección del varo del metatarsiano sin modificar su longitud.

Está indicada en pacientes jóvenes con AIMT inferior a 25º. Mediante incisión en el borde interno del pie, se dibujará una cúpula a 1,5 cm de la base del metatarsiano, corrigiéndose mediante manipulación los grados necesarios. Como en todas las osteotomías basales, habrá que prestar especial atención a impedir que se altere el ángulo de apoyo en el suelo del metatarsiano, causa iatrogénica de dolor postoperatorio.

Si la osteosíntesis es estable, se autorizará el apoyo con zapato de tacón invertido hacia las tres semanas de la intervención.

- *Osteotomía basal sustractora (Golden)*.

Está indicada con fórmulas metatarsianas *index plus minus* o *index plus*, con un primer dedo largo, AIMTT de 30º-40º, PASA de 8º-10º y escasa pronación del dedo.

Se obtiene un efecto valguizante mediante la realización de una cuña parcial de base externa sustractora que respeta la cortical medial. Se realizará un cajeado cuidadoso en la base, para encajar convenientemente la diáfisis previamente osteotomizada. Si bien se puede considerar una osteotomía autoestable, será conveniente algún tipo de síntesis temporal o permanente, que permita el apoyo a las dos semanas con zapato de tacón invertido y bastones ingleses.

C.2 OSTEOTOMÍAS DIAFISARIAS DEL PRIMER METATARSIANO

- *Osteotomía diafisaria en ensamblaje*.

Variante de la descrita por Burutarán, ha sido redenominada "en *scarf"* por Gudas y Weil y difundida en Europa por Barouk[28,38].

Permite una buena corrección del ángulo intermetatarsiano y cierta corrección del PASA. A su vez, se añade un ligero descenso de la cabeza metatarsal para llevarla al nivel de alineamiento del resto de las cabezas metatarsianas.

Generalmente se asocia una osteotomía de la falange proximal para aumentar la corrección del ángulo metatarsofalángico.

Esta osteotomía es muy versátil ya que mediante la modificación de sus trazos transversales de corte podemos alargar o acortar el metatarsiano, y modificar ligeramente el PASA. Dada su capacidad de centraje de la cabeza metatarsal sobre los sesamoideos en esta técnica está contraindicada la sección del aductor del hallux.

C.3 OSTEOTOMÍAS DISTALES DEL PRIMER METATARSIANO

- *Osteotomía en chevron o tejadillo*.

Descrita por Austin y Leventer. Tiene forma de "V", por lo que ofrece una configuración estable; además, su localización en el tejido esponjoso de la cabeza metatarsal favorece la consolidación ósea.

Mediante un abordaje sobre la AMTF, previa incisión medial en el límite entre piel dorsal y plantar, liberación articular y exostectomía, se elegirá el centro de la cabeza del primer metatarsiano para trazar las ramas de la "V"; estas deben formar entre sí un ángulo de 60º para conseguir una buena orientación y estabilidad primaria. Se presiona la extremidad distal de la osteotomía para centrar conveniente la cabeza sobre los metatarsianos, y se recorta el vértice diafisario proximal sobrante (unos 2-3 mm). Se puede fijar con un tornillo de pequeños fragmentos, si bien la osteotomía es autoestable.

Su indicación mayor es el *hallux valgus* con deformidad media o moderada, en pacientes menores de 65 años y con ángulo MTF < 30º y ángulo IMT<15º, sin alteraciones degenerativas de la articulación.

Estas osteotomías son las que tienen mayor efecto corrector sobre el PASA pero son inefectivas para la corrección del ángulo intermetatarsal.

La complicación más temible consiste en la necrosis de la cabeza del metatarsiano, razón por la que habrá que extremar el cuidado en el trato de las estructuras capsulares y vasculares, sobretodo de la entrada del vaso nutricio distal por la cara plantar-medial de la cabeza del primer metatarsiano.

C.4 OSTEOTOMÍAS DE LA FALANGE PROXIMAL

- *Osteotomía de sustracción medial*.

La osteotomía de la falange proximal para la corrección del *hallux valgus* fue descrita por primera vez por Akin en 1925.

Una vez realizada la exostectomía metatarsiana, consiste en hacer una osteotomía de sustracción medial de la base de la falange proximal, justamente distal a la superficie articular metatarsofalángica.

Suele realizarse como técnica adicional a las osteotomías del primer metatarsiano para una mayor corrección del ángulo del hallux.

Existen actualmente variantes de esta osteotomía con el objetivo de acortar la longitud de la falange proximal, contrarrestar el hallux interfalángico o corregir malrrotaciones (generalmente pronación del primer dedo en casos de hallux valgus grave). Se fija con algún tipo de osteosíntesis (grapas "con memoria", que cierran sus patas al contactar con el hueso o tornillos) o bién sin ella, especialmente en caso de emplearse la técnica de cirugía percutánea (ver más adelante).

C.5 CIRUGIA PERCUTÁNEA

Divulgada por Isham y popularizada en España por De Prado[39]**,** se trata de una cirugía reservada a cirujanos con experiencia ya que exige gran precisión técnica y conocimiento de la anatomía quirúrgica y topográfica para así evitar causar posibles daños irreparables.

Su fundamento radica en producir una menor agresión (con el consiguiente confort postoperatorio), menor devascularización y el aporte de injerto óseo que deja la fresa al realizar la osteotomía percutánea.

Es esencial la realización de esta técnica en pacientes con una indicación correcta y disponer de material adecuado (fluoroscopio, fresas especiales y motores de pie).

El vendaje corrector postoperatorio, separadores digitales y cinchas metatarsales durante las primeras semanas tras la cirugía, constituyen elementos esenciales en el buen resultado quirúrgico.

Durante las primeras tres o cuatro semanas, el paciente camina con un zapato postquirúrgico con suela rígida.

Esta cirugía consta de distintos gestos quirúrgicos[40].

- Gestos constantes:
  - Exostosectomía.
  - Tenotomía del aductor y capsulotomía lateral.
  - Osteotomía de Akin: Permite mejorar el DASA, acortar la falange o desrrotar para eliminar la pronación del primer dedo.
- Gestos variables:
  - Osteotomía distal del primer metatarsiano (si PASA aumentado y ángulo intermetatarsal <18º):
    - Osteotomía de Reverdin-Isham.
    - Osteotomía en chevron.
  - Osteotomía proximal del primer metatarsiano (si PASA ok y ángulo intermetatarsal >18º)
    - Osteotomía de cuña externa de sustracción.
  - Osteotomía proximal y distal del primer metatarsiano (si PASA aumentado y ángulo intermetarsal>18º)

1.6.4.2 Corrección de la metatarsalgia de transferencia.

Siempre que se produce una insuficiencia en algún radio, sus contigüos asumen una sobrecarga. Esto es lo que ocurre en los cuadros de insuficiencia del primer radio, originando un dolor en el apoyo de los radios menores, denominado *metatarsalgia de transferencia*. Estas formas de metatarsalgia son con mucho las más comunes en la práctica clínica.

La clave para obtener un buen resultado quirúrgico es determinar en que *fase de la marcha* se produce la hiperpresión generadora de la metatarsalgia. El aspecto clínico más importante que nos ayuda en la determinación de dicha fase es el estudio de la hiperqueratosis plantar[25]. Ante una metatarsalgia sin hiperqueratosis hay que desconfiar de un posible origen mecánico, salvo que su instauración haya sido tan reciente que no diera tiempo suficiente a los cambios adaptativos de los tejidos blandos.

- Cuando las durezas de la eminencia digitoplantar se encuentran en una posición plantar pura respecto a las cabezas, lo más probable es que se trate de alteraciones durante el segundo rocker o apoyo plantígrado. Se tratan de las **Metatarsalgias mecánicas estáticas** debidas a aumentos en el ángulo de ataque de los metatarsianos, es decir, verticalización de uno u varios de los metatarsianos.

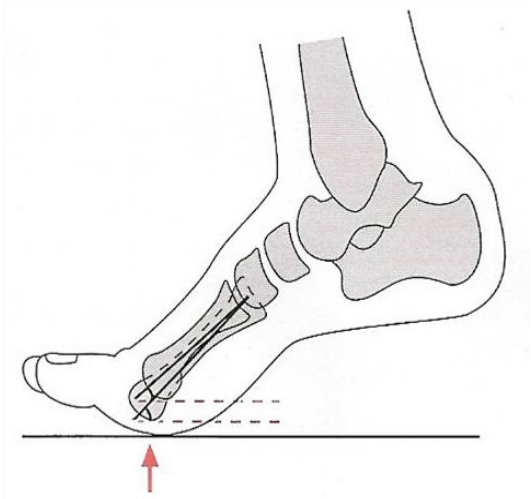


Figura 22: Desequilibrio frontal de los metatarsianos.
Tomado de Groulier P, Rochwerger A, Curvale G, Piclet B. Metatarsalgias estáticas .En: Enciclopedia Médico Quirúrgica (aparato locomotor). Paris: Elsevier; 1997;14-438.

El trastorno biomecánico que da origen a este tipo de metatarsalgias es la existencia de una *desalineación frontal*, es decir, diferencias en la altura de los metatarsianos durante el apoyo (figura 22).

- Cuando las durezas se localizan plantares y distales con respecto a las cabezas correspondientes, probablemente se trate de alteraciones que

actúen durante el tercer rocker o apoyo digitígrado. Se trata entonces de las **Metatarsalgias mecánicas propulsivas**, en las que el parámetro fundamental no es la inclinación, sino la longitud relativa de los metatarsianos.

En este tipo se incluyen los SIIR, con queratosis amplias y difusas.

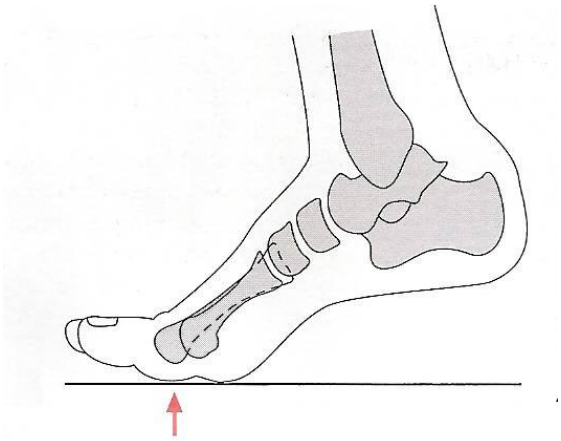


Figura 23: Desequilibrio horizontal de los metatarsianos
Tomado de Groulier P, Rochwerger A, Curvale G, Piclet B. Metatarsalgias estáticas .En: Enciclopedia Médico Quirúrgica (aparato locomotor). Paris: Elsevier; 1997;14-438.

En este caso se habla de la existencia de una *desalineación horizontal*, es decir, discrepancias en las longitudes de los metatarsianos durante el apoyo (figura 23).

- Existen igualmente **casos mixtos estáticos y propulsivos**, que requieran para su corrección alterar la altura y la longitud de los distintos radios.

Por tanto, en ningún caso resultará eficaz el acortamiento de un radio si el problema radica en su ángulo de ataque o viceversa[32].

DESALINEACIÓN HORIZONTAL

1) Osteotomía de Weil

Descrita por Weil[41] en 1985 ha sido popularizada y extendida en Europa por Barouk[28,38] desde 1994. Se trata de una osteotomía distal en la metáfisis y cuello del metatarsiano, con un trazo lo más horizontal y largo posible al objeto de proporcionar

una amplia superficie de contacto, lograr mayor estabilidad y aumentar la posibilidad de consolidación (figura 24).

Con ella obtiene un retroceso de la cabeza metatarsal de 5 a 10 mm[15].

La dirección de la osteotomía variará ligeramente según sobre qué metatarsiano actuemos (debido a sus distintos ángulos de incidencia) para que la cabeza,al retroceder, no descienda demasiado:

-En el segundo la osteotomía deberá ser paralela al suelo.

-En el tercero y cuarto la osteotomía debe tener una dirección ligeramente plantar.

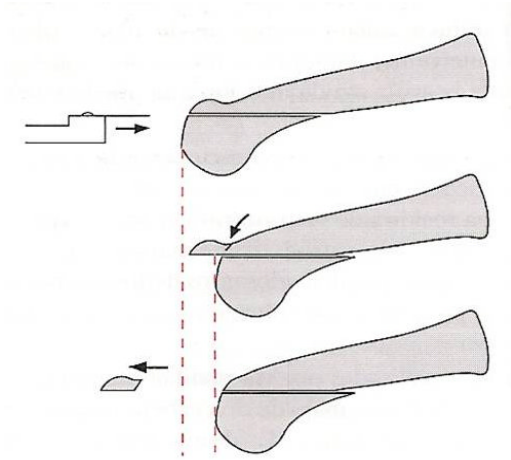


Figura 24.Osteotomía de Weil.

Tomado de Groulier P, Rochwerger A, Curvale G, Piclet B. Metatarsalgias estáticas .En: Enciclopedia Médico Quirúrgica (aparato locomotor). Paris: Elsevier; 1997;14-438.

Indicaciones

Existen distintas situaciones en las que la osteotomía de Weil puede ser útil[38]:

- Metatarsalgia.
- Luxación metatarsofalángica.
- Deformidad digital en garra.
- Deformidad digital en supraductus.
- Deformidad digital en ráfaga.

Contraindicaciones

Existen tres situaciones en las que la osteotomía de Weil estaría contraindicada[35]:

-Lesión degenerativa importante de la articulación metatarsofalángica.

-Artritis reumatoide.

-Osteoporosis grave que impida una osteosíntesis estable.

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

Planificación quirúrgica

Existen distintas formas de cuantificar en la radiografía dorsoplantar el acortamiento metatarsal que deseamos obtener con la cirugía. Muchos autores utilizan la línea de referencia de Maestro et al[29] para conseguir una fórmula metatarsal postquirúrgica lo más parecida a la ideal (figura 25). Según éstos autores los distintos metatarsianos deben guardar la siguiente proporción:

$M_1=M_2$ $M_3=M_2$ -3 mm. $M_4=M_3$ -6 mm. $M_5=M_4$ -12 mm.

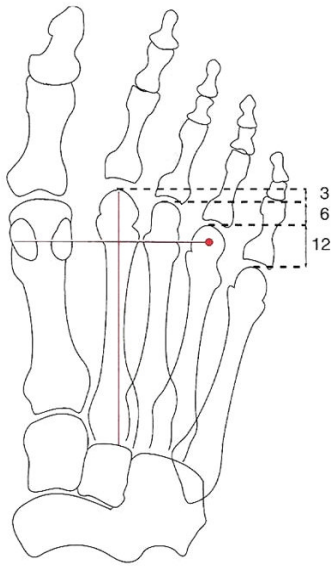


Figura 25. Fórmula metatarsal de Maestro.

Tomado de Groulier P, Rochwerger A, Curvale G, Piclet B. Metatarsalgias estáticas .En: Enciclopedia Médico Quirúrgica (aparato locomotor). Paris: Elsevier; 1997;14-438.

O´Kane y Kilmartin[42] utilizan un método propio y cuantifican el acortamiento respecto de la línea entre la cabeza del primer y cuarto metatarsiano. Ruiz-Ibán et al[43] miden el índice de protrusión de los distintos metatarsianos en relación a la longitud del quinto.

Por el contrario muchos cirujanos no cuantifican previamente en milímetros cuánto quieren acortar los metatarsianos, y es en el acto quirúrgico cuando retroceden la cabeza metatarsiana lo necesario para relajar y descomprimir la articulación (frecuentemente el retroceso es automático y no forzado). En este caso parece indicado

el realizar un control radiológico intraoperatorio que revele una armonía en la parábola metatarsal.

Técnica quirúrgica

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

-Incisión longitudinal dorsal: Cuando se intervengan uno o dos radios..

-Incisión transversa dorsal: Cuando se intervengan los tres radios centrales. Es muy útil para cuantificar y lograr simultáneamente el retroceso proporcional de las distintas cabezas metatarsianas. Con este abordaje se parecen disminuir las posibilidades de retracción dorsal.

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

Se realiza la osteotomía en un plano horizontal, comenzando unos 3 mm. por delante del inicio del cartílago articular[44](Figura 26).

Al finalizar dicho corte, se desplaza la cabeza metatarsal hacia proximal hasta la posición deseada. Eliminamos la "visera" sobrante con una gubia y fijamos la osteotomía con un minitornillo a compresión de dorsal a plantar y de proximal a distal, lo más perpendicular posible al plano de la osteotomía. Otros autores[43] utilizan agujas roscadas para su fijación.

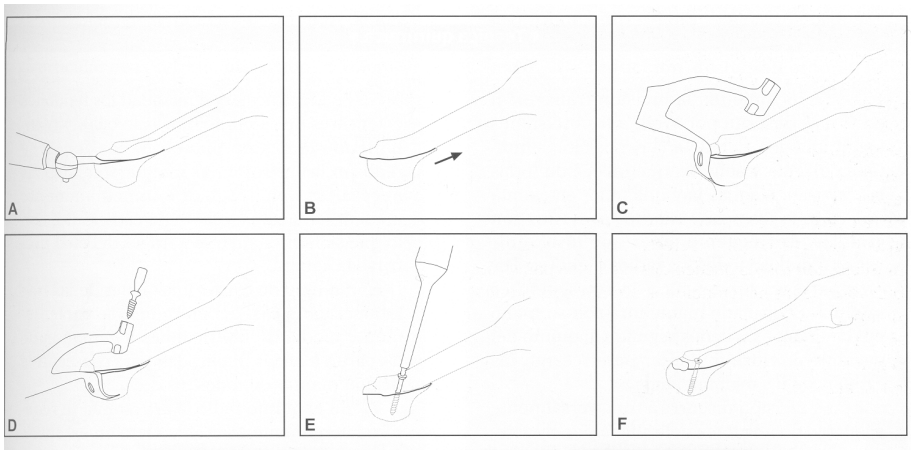


Figura 26. Técnica quirúrgica de la osteotomía de Weil

Tomado de Más Moliné S. Osteotomía cervicocapital. En: Nuñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF, Viladot-Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson: 162-63.

Barouk[28] realiza una variante de esta osteotomía, con un segundo trazo en la zona inferior de la diáfisis para que con el retroceso, no se produzca un descenso de la cabeza metatarsal (figura 27).

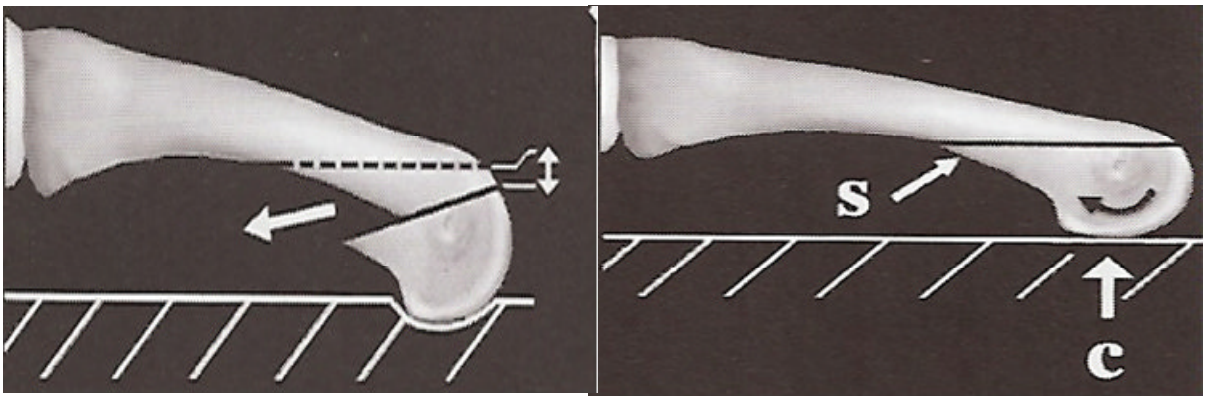


Figura 27. Modificación de Barouk de la osteotomía de Weil.
Tomado de Barouk LS. Forefoot reconstruction. Paris: Springer; 2003.

El apoyo se puede realizar en los primeros días del postoperatorio inmediato con un zapato postquirúrgico, de tacón invertido.

Resultados

Con esta técnica se obtienen generalmente buenos resultados con alivio de la metatarsalgia y frecuente desaparición de la hiperqueratosis. El resultado funcional se suele valorar siguiendo el cuestionario de la AOFAS para la articulación metatarsofalángica e interfalángica[26].

Todos los trabajos de revisión muestran buenos resultados que varían en el número de osteotomías realizadas (las series más pequeñas obtienen mejores resultados). En nuestra serie[45] de 48 pacientes (102 osteotomías) obtenemos buenos resultados en el 68% frente al 65% de la serie más extensa de Jarde et al[46] con 70 pies y 178 osteotomías. Los valores más altos los encontramos en los trabajos de Ruiz-Ibán et al[43] (87,5% y 48 pies), Vandeputte et al[47] (86% y 37 pies) y Hofstaetter et al [48]con un 88% de buenos resultados en 24 pacientes tras siete años de seguimiento.

Otros autores[49] han realizado modificaciones a la técnica original con el objetivo de no alterar el trayecto relativo de la musculatura intrínseca que daría lugar a un efecto extensor tras la osteotomía de Weil clásica (Figura 28).

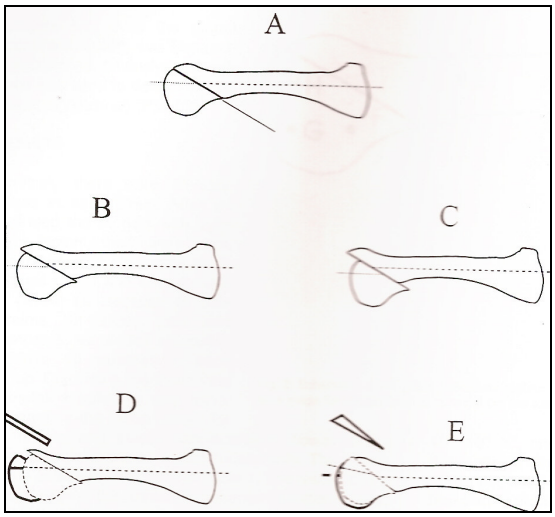


Figura 28. Modificaciones de la osteotomía de Weil
Tomado de Melamed E, Schon L, Myerson M. Two modifications of the Weil osteotomy: Analysis on sawbone models. Foot Ankle Int. 2002(23): 400-05.

La recidiva de la metatarsalgia varía entre un 12%[45] y un 26%[46], que suele ser de menor intensidad que la inicial salvo cuando es debida a protrusión plantar del material de osteosíntesis que obliga a reintervenir (8,5% cuando se usa tornillo[46] y 8,3% cuando se utilizan agujas roscadas[43].

La metatarsalgia por transferencia, aparece en un 15% debido a un excesivo acortamiento de la longitud metatarsiana[45]. Por consiguiente, cuando se prevea que va a ser necesario un gran acortamiento, sería conveniente optar por alguna de las modificaciones de la osteotomía de Weil[49] (exéresis de lámina o cuña ósea dorsal), para minimizar el descenso del centro de rotación de la cabeza que conduce a un cambio de función de la musculatura intrínseca, pasando a ser extensora y produciendo un dedo flotante o en extensus[50].

Tras la osteotomía de Weil es muy rara la aparición de pseudoartrosis ya que el apoyo favorece su consolidación, a diferencia de las osteotomías diafisarias tipo Helal[51].

2) Alineamiento metatarsal de Lelièvre

A través de una incisión transversal plantar[35], cerca de la raíz de los dedos, se abordan las cuatro articulaciones laterales metatarso-falángicas por su cara lateral, respetando el tendón flexor y el paquete neurovascular. Para facilitar el nivel de osteotomía de la cabeza, se debe realizar previamente una condilectomía a lo Du Vries. Seguidamente y con control radioscópico se realizará la amputación de las cuatro cabezas, cuidando recuperar la fórmula metatarsal correcta. Asimismo se atenderá a corregir las deformidades de los dedos que, en su caso existan, ya sea mediante

tenotomías extensoras o/y flexoras percutáneas o bien mediante artroplastias o artrodesis interfalángicas. El primer radio se corregirá con la técnica de Brandes-Lelièvre, procurando obtener un pie griego.

Esta técnica se realiza en casos excepcionales, tales como antepiés reumatoideos (con graves deformidades en garra y ráfaga de los dedos acompañantes) y en pies muy estructurados o con secuelas de intervenciones anteriores (pies catastróficos). Presenta una indicación relativa en pacientes con deformidades graves, deterioro articular y con fragilidad ósea que impide la realización de la osteotomía de Weil.

Esta técnica está contraindicada en el pie cavo y en los casos de desalineación en el plano frontal, ya que los metatarsianos resecados incidirían sobre la planta del pie con una verticalización excesiva, dando lugar a una metatarsalgia.

En los casos seleccionados el resultado funcional es más favorable que el estético, ya que en la mitad de los casos, suele recidivar la desviación en ráfaga[15].

3) Alineación metatarsal parcial

Es una técnica alternativa a la descrita anteriormente, indicada en pacientes en los que no se puede realizar la osteotomía de Weil y presentan un cuadro de SIIR con luxación de la 2ª y/o 3ª metatarsofalángica con gran protrusión metatarsal[35].En estos casos se realiza a la resección por vía dorsal de la cabeza del 2º y/o 3º metatarsiano para conseguir la reducción de la articulación (pies neuropáticos).

4) Cirugía percutánea

Al igual que sucede con las demás técnicas descritas, esta tampoco es una panacea. Únicamente un cirujano experto en cirugía del pie, debería realizarla[40].

Es posible realizar osteotomías en la base, diáfisis o el cuello metatarsal (figura 29). Cuanto más proximal sea, más posibilidad de hipercorrección por lo que se tiende a realizarlas casi siempre en la zona distal.

Se suele realizar una osteotomía adicional en el metatarsiano adyacente al radio afectado[39]. Por ejemplo:

- Metatarsalgia 2º: Osteotomía 2º+3º.
- Metatarsalgia 2º+3º: Osteotomía 2º+3º+4º.
- Metatarsalgia 3º: Osteotomía 2º+3º+4º.
- Metatarsalgia 3º+4º: Osteotomía 2º+3º+4º.
- Metatarsalgia 4º: Osteotomía 3º+4º.

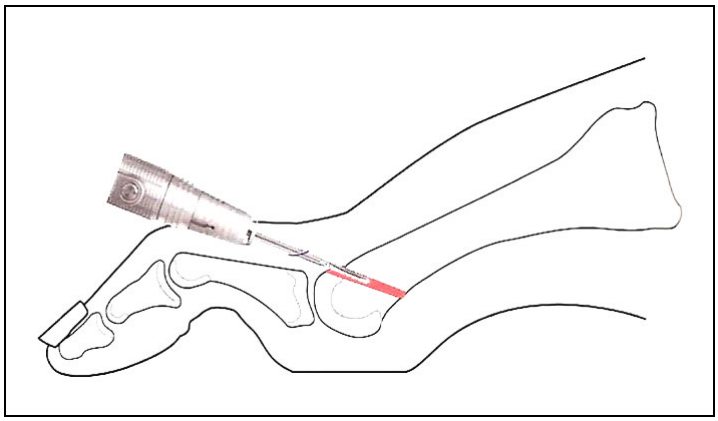


Figura 29. La osteotomía percutánea debe realizarse con un ángulo de 45º respecto de la horizontal e iniciarse justo en el borde cartilaginoso dorsal de la cabeza metatarsal. Tomado de De Prado M, Ripoll PL, Golanó P. Cirugía percutánea del pie. Barcelona: Masson; 2003.

DESALINEACIÓN MIXTA

1)Triple osteotomía de Maceira

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

El abordaje quirúrgico es similar al descrito y tras el trazo inicial de la osteotomía paralelo al suelo, se realiza una segunda osteotomía en el plano frontal a una distancia del extremo óseo equivalente al acortamiento previsto preoperatoriamente.

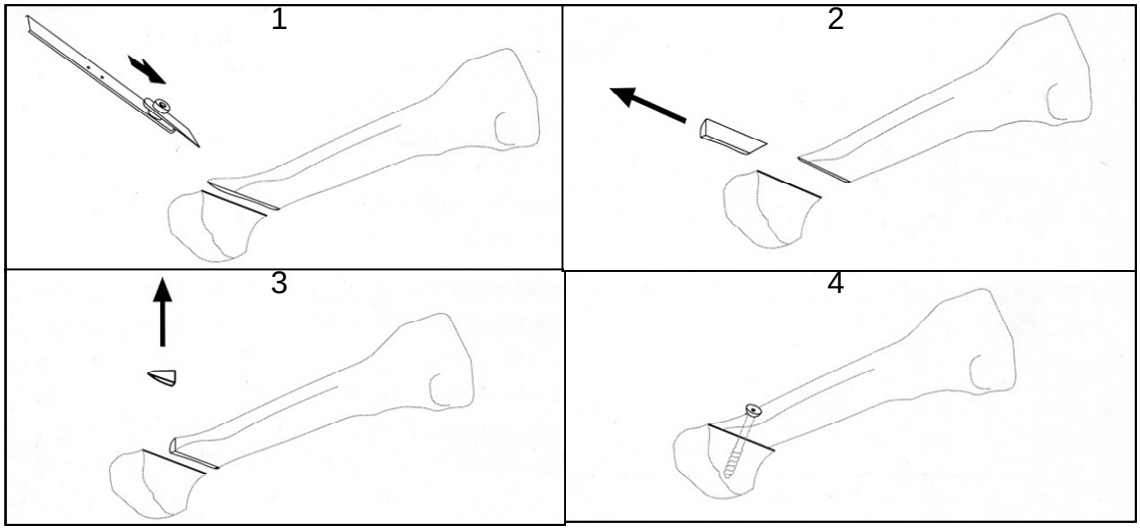


Figura 30. Técnica quirúrgica de la triple osteotomía.
Tomado de Maceira-Suárez E. Osteotomía cervicocapital triple. En: Nuñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF, Viladot-Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson: 164-66.

Posteriormente se realiza una tercera osteotomía, paralela a la inicial para conseguir un ascenso de la cabeza metatarsiana (Figura 30).Así no se modifica el trayecto relativo de la musculatura intrínseca, se mantiene su función flexora que contrarresta el efecto extensor en la osteotomía de Weil clásica consecuencia del acortamiento y descenso de la cabeza del metatarsiano (figura 31).

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

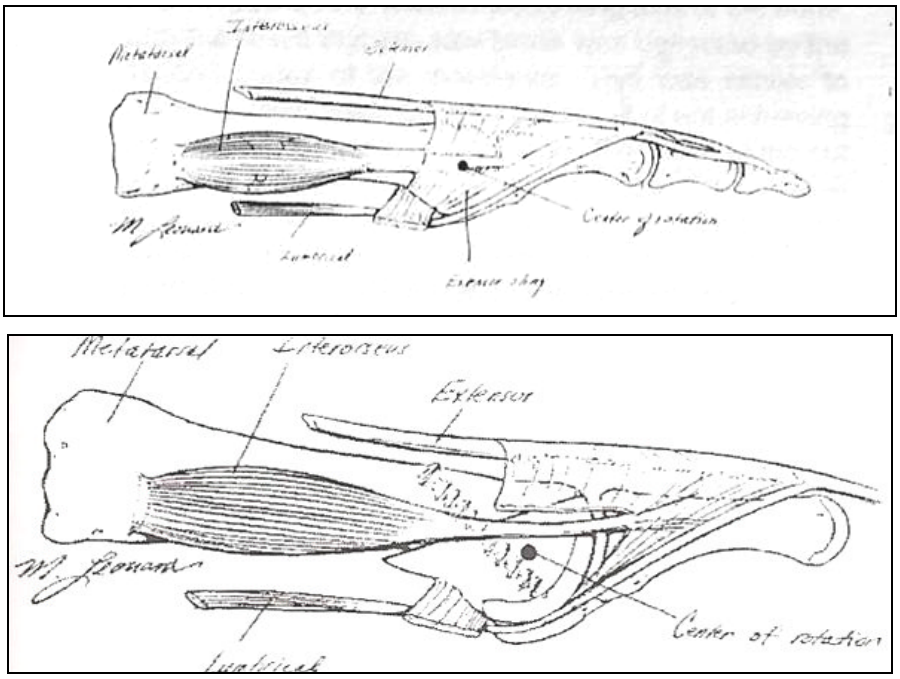


Figura 31. Modificación del centro rotacional tras la osteotomía de Weil.
Tomado de Trnka H, Nyska M, Parks B. Dorsiflexion contracture after the Weil Osteotomy: Results of cadaver study and three-dimensional analysis. Foot Ankle Int. 2001(22): 47-50.

2) Osteotomía de Weil sin fijación

Correctamente realizada la osteotomía es autoestable con el apoyo, por ello diversos autores como Denis[52] o Llanos[53] preconizan la realización de la osteotomía de Weil sin fijación, y el apoyo precoz con un zapato postquirúrgico, al igual que se realiza tras la cirugía metatarsal percutánea. Esto hace que, con el apoyo, las cabezas metatarsianas se alojen en la posición idónea de reparto de cargas en el plano horizontal y en menor medida en el plano frontal (dependiendo de la cuantía del retroceso y de la

dirección de la osteotomía), obteniendo un menor índice de metatarsalgia por transferencia (6% frente al 15% de las atornilladas) [45].

En nuestra revisión encontramos un 72% de buenos resultados en 48 pacientes (102 osteotomías) [45], similar al 66% de la serie de Jarde et al[46]de 178 osteotomías atornilladas.

El acortamiento medio producido es menor[45], lo que conlleva un pequeño aumento en el índice de metatarsalgia recidivante (18% frente al 12% de las osteotomías fijadas), de menor intensidad que la inicial y que evolucionan favorablemente tras el empleo de ortesis.

No apareció ningún caso de pseudoartrosis y al no sintetizar, desaparece el problema de la protrusión plantar del material de osteosíntesis, que obliga a reintervenir.

3) Osteotomía de Helal.

Las osteotomías diafisarias son las primeras que se practicaron. La de mayor difusión ha sido la de Helal[51]. Consiste en una osteotomía oblicua de dorsal a plantar y proximal a distal en el tercio medio de la diáfisis metatarsal no sintetizada (figura 32). Técnicamente es sencilla de realizar, se puede conseguir un buen acortamiento y elevación del metatarsiano, pero su consolidación es dificultosa, con presencia de callos hipertróficos y pseudoartrosis, que subestiman los autores que las defienden ya que no suelen ser dolorosas[39].

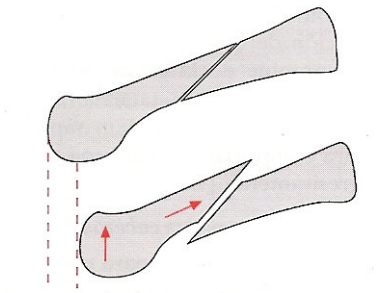


Figura 32. Osteotomia de Helal.

Tomado de Groulier P, Rochwerger A, Curvale G, Piclet B. Metatarsalgias estáticas .En: Enciclopedia Médico Quirúrgica (aparato locomotor). Paris: Elsevier; 1997:14-438.

DESALINEACIÓN FRONTAL

1) Doble osteotomía de elevación

Los principios técnicos son similares, así como el acceso quirúrgico. Tras realizar el corte de la osteotomía clásica, se hace una segunda osteotomía paralela para extraer una lámina ósea de un grosor determinado. Se fija igualmente con un minitornillo (Figura 33).

De esta manera se asciende la cabeza metatarsal tantos milímetros como tenga de grosor la lámina resecada[35].

Si estamos ante un caso de desalineación mixta podemos retrasar la cabeza metatarsal a la vez que la ascendemos.

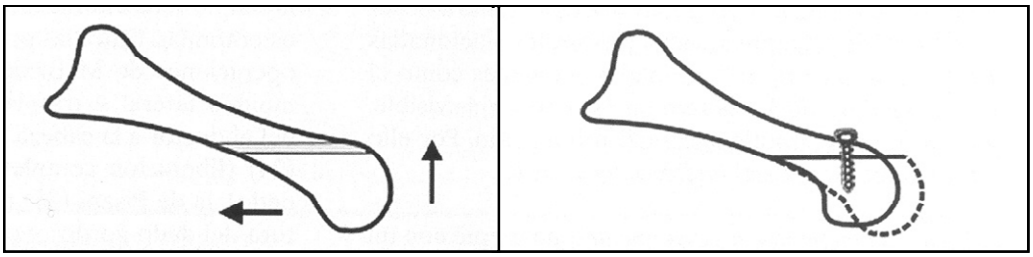


Figura 33. Doble osteotomía de elevación.

Tomado de Viladot-Voegeli A, Viladot-Pericé A. Síndrome de insuficiencia del primer radio. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:235-48.

2) Osteotomías de la base del metatarsiano

A) Osteotomía de Golfard.

Se trata de una osteotomía en forma de V dorsoplantar realizada en la metáfisis proximal de un metatarsiano o varios[35]. Una vez realizada la osteotomía, se empuja la cabeza del metatarsiano hacia arriba mientras que se desciende su base para disminuir su ángulo de ataque (figura 34).

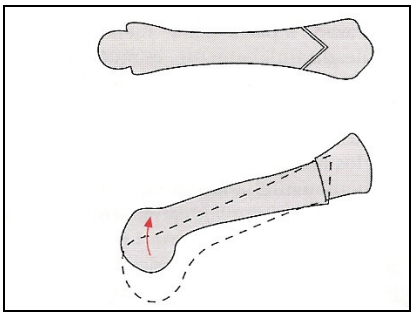


Figura 34. Osteotomía de Golfard.

Tomado de Groulier P, Rochwerger A, Curvale G, Piclet B. Metatarsalgias estáticas .En: Enciclopedia Médico Quirúrgica (aparato locomotor). Paris: Elsevier; 1997:14-438.

Habitualmente no se sintetizan estas osteotomías, y se recomienda que en el postoperatorio inmediato, el paciente realice carga precoz y que las cabezas metatarsianas asciendan hasta el nivel de las no osteotomizadas para obtener un equilibrio frontal en carga. Al realizarse en la metáfisis esponjosa, permite una consolidación más rápida y segura, al contrario de determinados casos en la osteotomía diafisaria de Helal.

La complicación más frecuente (10%) es la metatarsalgia de transferencia a los radios vecinos, que se suele compensar con dispositivos ortopédicos, sin necesidad de una nueva reintervención.

B) Osteotomía BRT

La osteotomía Barouk Rippstein Toullec consiste en una osteotomía dorsal de cierre con un ángulo de unos 60º con la horizontal (Figura 35). Tras eliminar una pequeña cuña dorsal se fija con un tornillo con dirección plantar y distal [28].

La indicación principal corresponde a casos de hiperqueratosis metatarsal localizada bajo un metatarsiano, ya sea primaria o iatrogénica (metatarsalgia de transferencia tras cirugía de hallux o metatarsalgia)

Puede realizarse en cualquier metatarsiano. Como promedio, en los metatarsianos centrales, se consigue una elevación de 4 mm. de la cabeza metatarsal cuando se elimina una cuña de 2 mm. El primer y quinto metatarsiano se abordan por medial y lateral respectivamente y suelen sintetizarse con grapas de memoria.

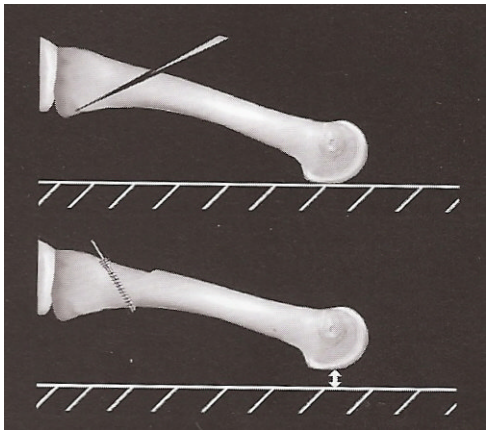


Figura 35. Osteotomía BRT.

Tomado de Barouk LS. Forefoot reconstruction. Paris: Springer;2003.

3) Condilectomía plantar de Du vries

Consiste en la resección por vía plantar del cóndilo metatarsal, dejando la base de la cabeza a la altura de la diáfisis[35].

Está indicada en casos leves de desalineación frontal o como técnica complementaria a otra cirugía como puede ser la exéresis de neuromas de Morton.

Como complicación puede dar lugar a luxación de la articulación metatarsofalángica debido al fallo de la cápsula plantar.

En resumen, podemos encontrarnos con diferentes posibilidades de sobrecarga metatarsal, que van a requerir distintos tipos de tratamiento según la alteración se deba a un desequilibrio en el plano horizontal, en el plano frontal o en ambos (Figura 36).

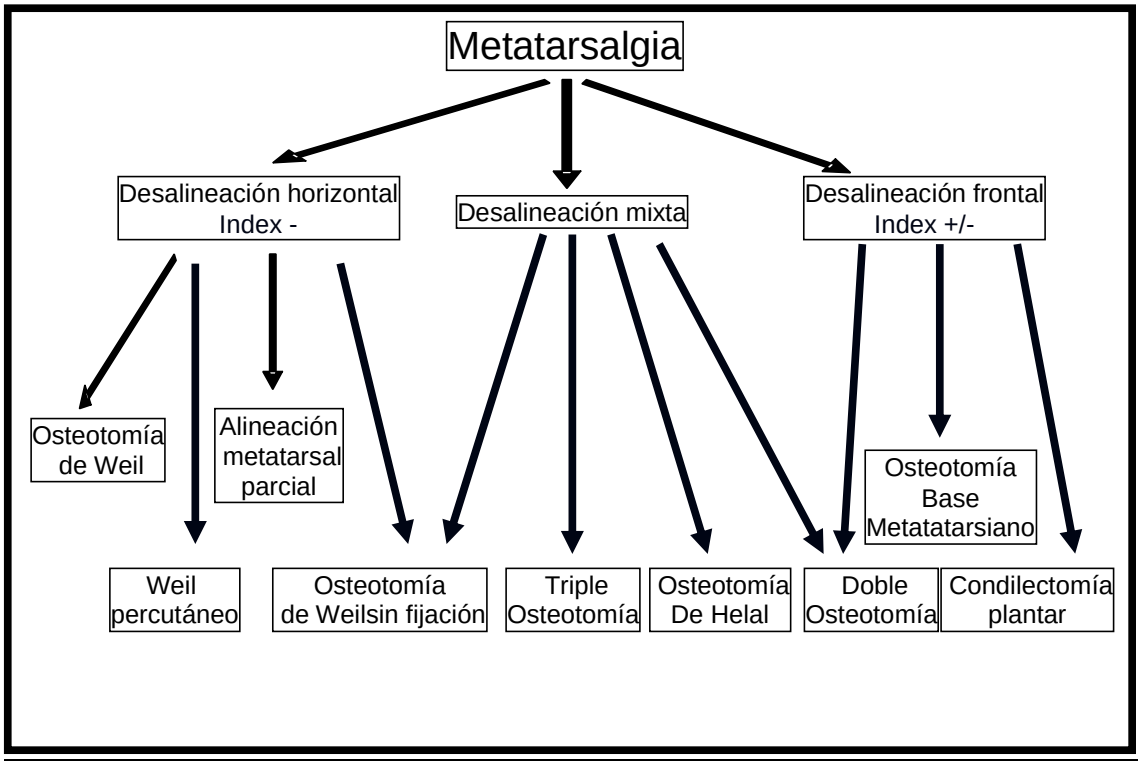


Figura 36. Se propone un algoritmo de tratamiento en base a la diferente fisiopatología de las metatarsalgias mecánicas.

1.6.4.3 Corrección de las deformidades digitales de los radios menores.

A. Deformidad flexible:

En los casos iniciales debemos recomendar el uso de zapatos adecuados de tejidos nobles, cuidados pedicuros frecuentes, ortesis de silicona y ejercicios de movilización[54].

B. Deformidad semirrígida:

- Si la deformidad digital en garra o martillo y la articulación metatarsofalángica son reductibles podemos realizar:
  - Alargamiento del tendón extensor mediante tenotomía en Z longitudinal y capsulotomía dorsal de la articulación metatarsofalángica.
  - Tenotomías de tendones flexores y extensores, generalmente mediante técnica percutánea (se corrige la deformidad a expensas de una limitación de la funcionalidad del dedo.
  - Cirugía secuencial de Barouk[28]: Se realizan los siguientes gestos quirúrgicos de manera paulatina, siempre con fijación con aguja de Kischner durante cuatro semanas:
    - Capsulotomía plantar de la articulación IFP.
    - Capsulotomía dorsal de la articulación MTF.
    - Tenotomía plantar distal del tendón flexor.
    - Alargamiento del tendón extensor.

    Son de gran importancia el vendaje en flexión plantar de la MTF, los ejercicios domiciliarios pasivos de flexión plantar de la MTF y de flexión dorsal de la IFP, así como los ejercicios activos de prensión digital contra el suelo.
  - Artroplastia de resección de la articulación IFD: Mediante abordaje medial o lateral a la articulación IFD se realiza exéresis de la porción distal de la falange media y se fija con aguja de Kirschner durante un mes.
  - Transposiciones tendinosas, como la de Girdlestone-Taylor, en la que se transplanta el tendón flexor largo al extensor o a sus bandeletas a nivel de la primera falange[54].
- Si la garra es irreductible y la articulación metatarsofalángica es reductible:

- Artroplastia de resección de la articulación IFP: Se realiza mediante incisión longitudinal o en ojal eliminando la hiperqueratosis (Du Vries). Se desinsertan los ligamentos colaterales de los cóndilos y se elimina el tercio distal de la falange proximal y para acortar la longitud de la cadena esquelética y obtener el alineamiento del dedo. Puede mantenerse la reducción con una aguja de Kirschner durante unas cuatro semanas, si bien a veces evoluciona a una rigidez en extensión.

  Puede asociarse si es preciso la capsulotomía transversal dorsal y liberación de la placa plantar de la articulación metatarsofalángica, así como el alargamiento del tendón extensor.
- Artrodesis de la articulación IFP: Similar a la anterior, a la que se suma la exéresis de la base de la falange media, su afrontamiento longitudinal con la falange proximal y su estabilización con una aguja de Kirschner. Se suele reservar para los dedos segundo y tercero.

  También en este caso pueden asociarse las técnicas de partes blandas referidas previamente.

C. Articulación metatarsofalángica irreductible:

- Fórmula metatarsal tipo index plus o plus-minus:
  - Técnica de Sabadell[55]: Consiste en la capsulotomía dorsal de la MTF, reducción de la luxación y su contención con suturas o arpones transóseos entre la base de la falange proximal y la cabeza metatarsal.
  - Técnica de Stainsby[54]: Consiste en la sección del tendón extensor, resección de gran parte de la falange proximal, liberación de la placa plantar, sutura del cabo del extensor al flexor y alineación mediante aguja de Kirschner que atraviese la cabeza metatarsal durante dos semanas.

    Actualmente se realiza cada vez menos (pie reumatoide) ya que sus resultados no son siempre los esperados (frecuente deformidad en extensus-supraductus y dedo no funcionante).
- Fórmula metatarsal tipo index minus:

- Técnicas de acortamiento metatarsal: La más utilizada es la osteotomía de Weil y sus variantes, ya comentadas previamente.

1.6.5 COMPLICACIONES DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.

1.6.5.1 Complicaciones generales de la cirugía del antepié.

A. Complicaciones inmediatas o perioperatorias:

- Lesiones de la piel:

  Pueden aparecer distintas lesiones, algunas con consecuencias muy desagradables, como por ejemplo:

  -Retardo de la curación de la herida.

  -Dehiscencia de la herida.

  -Cicatriz hipertrófica dolorosa.

  -Necrosis de los bordes de la herida.

  Para evitarlas es preciso seguir una serie de normas generales[56]:

  -Evitar las plastias en Z.

  -Evitar las incisiones próximas entre sí.

  -Ser cuidadosos con las incisiones transversas (pueden producir problemas de arterias terminales o bloqueos linfáticos o venosos).

  -Seguir con la incisión las líneas direccionales de la piel y los trayectos nerviosos.

  -Evitar incisiones en zona de apoyo o de compresión ósea.

  -Incisión con longitud adecuada para la técnica a realizar (no sobreindicar la utilización de miniabordajes, en los que se dañan los bordes por tracción excesiva por separadores).

- Lesiones tendinosas:

  Pueden producirse tenotomías no deseadas de los tendones del pedio extensor largo de los dedos durante las intervenciones de los radios menores y del tendón extensor o del flexor del dedo gordo durante las intervenciones del hallux valgus. Se debe reparar mediante tenorrafia inmediata. El problema ocurre cuando la sección tendinosa pasa

inadvertida, ya que la solución a posteriori mediante sutura o plastias no siempre dan un buen resultado.

- Lesiones vasculares:

-Necrosis del primer dedo:

Sucede cuando se seccionan ramas arteriales principales o si se aplican apósitos que actuarían como un torniquete a nivel digital. El tratamiento inicial se hace con vasodilatadores y prostaglandinas y posteriormente mediante resección-amputación de las zonas necrosadas.

-Necrosis ósea:

Puede ocurrir necrosis avascular de la cabeza del primer metatarsiano por excesiva desvascularización. Es infrecuente si se respeta escrupulosamente la inserción cervical de la cápsula articular plantar, por donde penetra la rama nutricia dependiente de la arteria plantar interna[57]. Generalmente es bien tolerada salvo en aquellos casos en los que también se libera el primer espacio o se trate de reintervenciones, pudiendo evolucionar a una infección ósea secundaria al proceso isquémico.

La necrosis avascular de la cabeza de los metatarsianos menores tras osteotomías cervicocapitales es infrecuente y generalmente no sintomática (hallazgo radiológico).

- Infecciones:

Generalmente son poco frecuentes y superficiales. Suelen resolverse mediante curas seriadas y tratamiento antibiótico oral dirigido. Kilmartin et al encuentran un 3% de infecciones superficiales tras diversos procedimientos sobre el antepié.

Las osteomielitis son mucho más raras pero de consecuencias biomecánicas extremadamente graves. Su incidencia es doce veces mayor en la población diabética[58].

Las infiltraciones con corticoides alteran la inmunidad local y favorecen la infección, especialmente tras exposiciones óseas amplias[57].

- Fracturas:

Pueden ocurrir durante la realización de osteotomías, durante desplazamientos óseos o mientras se realiza la propia osteosíntesis. Generalmente no producen mayores problemas salvo la necesidad de un mayor tiempo de descarga funcional del pie.

En el postoperatorio la fórmula resultante *index plus* parece ser el factor más importante en la producción de las fracturas del primer metatarsiano. Por tanto no debe intentarse alargar el primer metatarsiano con la técnica de scarf[57].

- o Lesiones nerviosas:

  Puede producirse lesiones de los nervios colaterales durante la intervención, con la aparición de zonas o dedos hipoestésicos[45], generalmente bien tolerado y sin embargo es preciso reintervenir los casos de neuromas cicatriciales, que provocan una zona hiperestésica más o menos molesta.

B. Complicaciones tardías:

- o Síndrome doloroso regional complejo:

  La atrofia de sudeck tras intervenciones o traumatismos del pie suele afectar más a las mujeres, a los individuos fumadores y cuando se inmoviliza la extremidad demasiado tiempo. Por suerte su frecuencia no es alta, con incidencias que varían del 1% [59]hasta el 8%[46].

- o Tromboembolismo:

  Su frecuencia en las series de pacientes operados por hallux valgus o metatarsalgia generalmente es baja si se siguen las siguientes recomendaciones:

  - Movilización precoz articular.
  - Rápida deambulación con la ayuda de zapatos postquirúrgicos.
  - Uso de heparinas de bajo peso molecular.

1.6.5.2 Complicaciones específicas de la cirugía del antepié.

Son aquellas lesiones, a veces irreversibles y la mayoría con origen iatrogénico[56], debido a:

- Mala indicación del procedimiento realizado, por una valoración inadecuada de la lesión, ya sea por infravaloración del caso (“un simple juanete”) o por no

haber diagnosticado otros aspectos influyentes (forma del pie, tipo de apoyo, función muscular y nerviosa, patología vascular concomitante, etc.)

- Mala realización técnica del procedimiento: desplazamiento o corrección de deformidades en exceso o por defecto, mala realización de las técnicas de osteosíntesis que provocan pseudoartrosis o desplazamientos secundarios, incisiones o vías de abordaje inadecuadas…

A. <u>Del primer radio:</u>

- *Debido a la falange proximal:*

La excesiva resección de la base de la falange proximal en la artroplastia de resección KBL conduce a un retroceso de los sesamoideos y a una metatarsalgia por insuficiencia del primer radio[60].

Como posibles soluciones se plantean la artrolisis, osteotomía de Austin modificada (para aumentar el espacio articular) o la artrodesis de la 1ª metatarsofalángica y la corrección de la metatarsalgia de transferencia de los radios menores mediante osteotomías de acortamiento (Weil) o de elevación (Golfard) según predomine la desalineación horizontal o frontal respectivamente.

- *Debido al primer metatarsiano:*
  - Por resección de la cabeza metatarsal (intervención de Hueter-Mayo). Hoy en día esta técnica está totalmente abandonada por la insuficiencia del primer radio que provoca. Como intervenciones de rescate puede realizarse alargamientos del primer metatarsiano, artrodesis+injerto o realineamiento metatarsal.
  - Por acortamiento metatarsal (tras osteotomías). Da lugar a metatarsalgia de transferencia de tercer rocker en los radios vecinos. Es preferible acortar los radios menores en lugar de alargar el primero.
  - Por alteración del ángulo de ataque:
    - Elevación tras osteotomías proximales: Da lugar a metatarsalgia de transferencia de segundo rocker en los radios menores. Se suele corregir mediante una osteotomía flexora del primer metatarsiano, unida en ocasiones a osteotomía de elevación (Golfard) en los metatarsianos menores.

- Empotramiento tras osteotomía en scarf (Troughing with elevation and shortening) [57]: Si el trazado principal de la osteotomía en scarf es coaxial a la diáfisis, al realizar el desplazamiento lateral del fragmento plantar, éste se puede encastrar en el fragmento dorsal y en consecuencia da lugar a una elevación de la cabeza de M1 y a un acortamiento funcional. Esta complicación se evita si los tramos distal y proximal del scarf son muy cortos.

➢ Por alteración de la orientación de la carilla articular (generalmente tras osteotomías percutáneas distales en pies cavos). La cabeza rota, generalmente hacia dorsal, provocando dolor local y también metatarsalgia de transferencia. Se corrige mediante artrodesis metatarsofalángica y osteotomías de elevación en los radios menores según necesidad.

▪ *Por alteración en falange y metatarsiano* (frecuente tras intervenciones previas):

➢ Por incongruencia articular: generalmente se debe recurrir a la artrodesis metatarsofalángica.

➢ Por deformidad en varo (Hallux varus): se corrige mediante artrodesis, artroplastia de resección u osteotomías de realineamiento si no existen cambios degenerativos importantes.

➢ Por recidiva de la deformidad: la gravedad viene condicionada por las intervenciones previas que se hayan realizado y la magnitud del ángulo intermetarsal, que se corregirá mediante osteotomías valguizantes en el primer metatarsiano y varizantes de la falange proximal. En la mayoría de las veces es preciso actuar también sobre los metatarsianos vecinos, ya sea a nivel proximal o distal, dependiendo de la sintomatología y de la congruencia de las articulaciones metatarsofalángicas.

B. <u>De los radios menores:</u>

▪ *Tras intervenciones dirigidas a corregir una deformidad digital:*

➢ Recidiva de la deformidad: Es más frecuente cuando se realiza una artroplastia de resección de la interfalángica proximal[61]. Para corregirlo requerirá una artrodesis.

- Hipercorrección: es más frecuente cuando se realiza artrodesis y se fija con aguja de Kirschner, quedando excesivamente recto, sin apoyo del pulpejo del dedo, lo que ocasiona una sobrecarga mecánica de dicha articulación metatarsofalángica.
- Perdida de fuerza: Ocurre tras tenotomías o alargamientos tendinosos, pero sin ocasionar metatarsalgia generalmente.

- *Tras intervenciones dirigidas a corregir una luxación metatarsofalángica:*
  - Recidiva de la deformidad tras resección de la base de la falange proximal: Se ha visto que conlleva una pérdida de la función del dedo, ya que se desvía hacia proximal y dorsal, provocando muchas molestias al calzarse. De muy difícil solución (alargamiento+desbridamiento+sindactilia).
  - Recidiva de la deformidad: Habrá que acortar la longitud del metatarsiano y alargar el tendón extensor.
- *Tras intervenciones dirigidas para corregir un cuadro de metatarsalgia* (la clave para no presentar metatarsalgia recurrente o de transferencia es la elección de la técnica a realizar, es decir acortar o ascender el apoyo metatarsal según se trate de una metatarsalgia de segundo o tercer rocker):
  - Tras osteotomías proximales:
    - La osteotomía basal en "V" de elevación de Golfard es la que comúnmente se utiliza, generalmente en el segundo y tercer metatarsianos. Es fundamental el apoyo inmediato para que el metatarsiano se coloque en la posición idónea de reparto de cargas. Presenta como complicaciones los retardos de consolidación dolorosos, las pseudoartrosis y las metatarsalgias por transferencia (a veces se debe realizar nuevas osteotomías basales en estos metatarsianos afectados).
    - La osteotomía basal BRT, al sintetizarse con tornillo evita el problema de los retardos de consolidación (pseudoartrosis) pero hay que tener cuidado ya si se elimina una cuña ósea excesiva, conlleva metatarsalgia de transferencia en los radios vecinos.
  - Tras osteotomías diafisarias:
    - Transversal de Meisenbach[62].

- Oblicua proximal de Gagnon[63].
- Oblicua distal de Helal[51,64].

Las tres han dejado de utilizarse debido a la frecuencia de complicaciones (retardos de consolidación, pseudoartrosis y metatarsalgias de transferencia).

- Tras osteotomías distales (Weil y sus variantes):
  - Dedo flotante: El dedo está elevado, no toca el suelo y aparece una metatarsalgia en dicho radio. Ocurre en el contexto de rigidez articular después de un gran acortamiento metatarsal. Éste lleva aparejado un descenso de la cabeza y el cambio de su centro rotacional[50], lo cual provoca que la musculatura intrínseca pasaría a actuar como dorsiflexores en lugar de flexores plantares.
  - Rigidez articular: La complicación más frecuentemente descrita es la rigidez postquirúrgica de la articulación metatarsofalángica. En su estudio Jarde et al[46] comunica pérdida de movilidad moderada en un 50% de los casos y rigidez franca en el 20%. Barouk[28,38] recomienda distintas medidas para evitar esta rigidez:
    1. Intraoperatorias:
    - Que se descomprima suficientemente la articulación.
    - Preservar el mayor cartílago de la cabeza que sea posible.
    - Realizar la doble osteotomía para mejorar el apoyo digital
    - Colocar el tornillo a una distancia de un centímetro del extremo distal
    - Menor disección quirúrgica posible.
    - La fijación de la osteotomía debe ser estable.
    - Las AK deben ser digitales sin incluir la articulación metatarsofalángica.
    - Alargamiento de los tendones extensores.
    - Acortamiento metatarsal armónico (parábola de Maestro)
    2. Postoperatorias:

- Vendaje de los dedos en flexión plantar tras la intervención. y para que el paciente pueda iniciar una movilización precoz postquirúrgica (flexo-extensión pasiva).
- Entrenamiento de contacto dedos-suelo (posición de puntillas y agarre al suelo).
- Artrólisis bajo anestesia en el tercer mes postoperatorio si la rigidez es muy importante.

Hay que tener en cuenta que esta osteotomía es intraarticular, lo que favorece la rigidez. Actualmente se están estudiando osteotomías distales extraarticulares para disminuir el índice de rigidez postquirúrgica.

- Metatarsalgia recurrente: Debido a un insuficiente acortamiento o a un descenso de la cabeza metatarsal. La recidiva de la metatarsalgia varía entre un 12%[45] y un 26%[46], que suele ser de menor intensidad que la inicial. salvo cuando es debida a protrusión plantar del material de osteosíntesis.
- Metatarsalgia de transferencia: Debido a un excesivo acortamiento o a un ascenso de la cabeza metatarsal. Su incidencia varía desde su inexistencia[51] hasta un 15%[45]. Por consiguiente, cuando se prevea que va a ser necesario un gran acortamiento, sería conveniente optar por alguna de las modificaciones de la osteotomía de Weil[49] (exéresis de lámina o cuña ósea dorsal) , para minimizar el descenso del centro de rotación de la cabeza que conduce a un cambio de función de la musculatura intrínseca, pasando a ser extensora y produciendo un dedo flotante o en extensus[50].
- Reluxación metatarsofalángica: Hofstaetter[48] observó un 12% a los 7 años. Esta complicación es mayor si el acortamiento producido es mínimo.
- Dolor por protrusión plantar del material de osteosíntesis. Se caracteriza por la presencia de dolor importante bajo una cabeza metatarsal con una adecuada fórmula metatarsal global que obliga a reintervenir y extraer el material Davies[65]

encuentra esta complicación en el 7,7% de los casos. (8,5% cuando se usa tornillo[46] y 8,3% cuando se utilizan agujas roscadas[43].

- Los retardos de consolidación, pseudoartrosis y las necrosis avasculares son muy raras tras la osteotomía abierta y no tanto tras la osteotomía percutánea.

- Tras alineación metatarsal:
  - Desviación en ráfaga recidivante: Es la complicación más frecuente. Para evitarlo se recomienda una artrodesis de la primera metatarsofalángica.
  - Metatarsalgia recurrente: Aparece con menor frecuencia si se respeta la parábola metatarsal y la osteotomía no presenta aristas afiladas por su cara plantar.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 PUNTO DE PARTIDA.
JUSTIFICACIÓN DE LA OSTEOTOMÍA DE WEIL SIN FIJACIÓN.

La metatarsalgia mecánica es la segunda causa más frecuente de consulta en cirugía ortopédica y traumatología tras los cuadros de lumbalgia. Inicialmente se trata de forma ortopédica pero frecuentemente da lugar a procedimientos quirúrgicos que a lo largo del tiempo se han ido actualizando y perfeccionando con la idea de mejorar los resultados y disminuir la aparición de complicaciones.

Se conoce sobradamente que el desarrollo de los cuadros de metatarsalgia mecánica asienta sobre antepiés con un desequilibrio de la carga soportada por los distintos metatarsianos en las distintas fases de la marcha.

La metatarsalgia durante el segundo rocker (apoyo plantígrado) se debe a un desequilibrio de las distintas cargas soportadas por los metatarsianos en el plano frontal, es decir, un desequilibrio en la altura relativa de las cabezas metatarsianas.

La metatarsalgia durante el tercer rocker (apoyo digitígrado) se debe a un desequilibrio de las cargas soportadas por los metatarsianos en el plano horizontal, es decir, un desequilibrio en la longitud relativa de las cabezas metatarsianas.

El tratamiento quirúrgico de la metatarsalgia mecánica del adulto tiene dos objetivos principales:

A) Reequilibrar la insuficiencia del primer radio, mejorando el apoyo y la función de éste, para así descargar los radios menores. Esto se consigue con las distintas técnicas quirúrgicas óseas y de partes blandas del tratamiento del hallux valgus.
B) Reequilibrar las cargas de los radios menores mediante técnicas óseas o de partes blandas que mejore la función de soporte o de apoyo digital.

Entre las distintas técnicas óseas metatarsianas destaca por su frecuencia y resultados contrastados la osteotomía cervicocapital de Weil, con el objetivo de mejorar la metatarsalgia mediante adecuación de la longitud de los metatarsianos centrales y corregir el apoyo digital en casos de subluxación o deformidad en garra-martillo.

Sin embargo existen casos tratados con esta osteotomía que no mejoran a pesar de conseguir dicho equilibrio o armonía en la curva metatarsal presente en el estudio radiológico en proyección dorso-plantar en carga. Esto es debido a la persistencia de un desequilibrio frontal en carga, es decir, una discrepancia en la altura de las cabezas metatarsales.

Quirúrgicamente podemos conseguir una fórmula metatarsal ideal en el plano horizontal, pero no tenemos actualmente un indicador extraído de las pruebas diagnósticas que nos exprese cuanto debemos ascender o descender el apoyo de la cabeza metatarsal para conseguir un equilibrio en el plano frontal.

Para mejorar este último factor, han ido apareciendo distintas variantes de la osteotomía de Weil con el fin de adecuar tanto la longitud como la altura de las cabezas de los metatarsianos centrales, esencial para la corrección de los cuadros de metatarsalgia mecánica.

Durante los ultimos años se ha popularizado el tratamiento del hallux valgus y de la metatarsalgia asociada mediante la cirugía percutánea[39,40]. En ésta, se realiza una variante de la osteotomía de Weil sin fijación de la misma, ya que el trazo horizontal proporciona autoestabilidad con el apoyo. Entre sus ventajas se señala la recuperación más rápida tras el procedimiento y el menor índice de complicaciones siempre en manos experimentadas en la cirugía del pie.

Puede ser posible que la realización de la osteotomía de Weil abierta sin fijación y el apoyo precoz post-quirúrgico, de lugar a una corrección del apoyo de los distintos metatarsianos, tanto en el plano horizontal como en el frontal, debido a una ubicación de las cabezas metatarsianas tras las osteotomías en la posición idónea de reparto de cargas.

Por tanto, el objetivo de la osteotomía de Weil sin fijación sería conseguir un equilibrio biplanar de las cargas y no necesariamente la obtención de una armonía metatarsal o ideal radiológico como preconizan muchos cirujanos.

La osteotomía de Weil abierta sin fijar abre una vía intermedia entre la técnica fijada y la percutánea. En este trabajo se intenta evaluar si esta variación técnica y conceptual permite obtener los mismos resultados evitando posibles complicaciones descritas para cada uno de los procedimientos previos.

2.2 HIPÓTESIS.

A) Conceptual:

Con la osteotomía de Weil sin fijación, el apoyo precoz post-quirúrgico permite reubicar la cabeza metatarsal a su posición idónea de reparto de cargas, mejorando los resultados obtenidos por la osteotomía de Weil fijada con minitornillo.

B) Operativa:

Los resultados obtenidos con la osteotomía de Weil sin fijación presentan un mejor resultado clínico valorado mediante la escala LMIS de la AOFAS[26].

2.3 OBJETIVOS.

A) General:

Comparar los resultados clínicos de ambas técnicas quirúrgicas, osteotomía de Weil fijada y sin fijar, mediante la escala clínica LMIS de la AOFAS[26] de los pacientes intervenidos por metatarsalgia mecánica en el Hospital 12 de Octubre de Madrid en el periodo 1999-2005.

B) Específicos:

- Evaluar los resultados en relación a las características demográficas de los pacientes de esta serie:
  - Edad: Su influencia en el resultado clínico final y en la aparición de complicaciones.
  - Evolución: Su influencia en el resultado clínico final y en la aparición de complicaciones.
- Evaluar los resultados en relación a los hallazgos clínicos presentes en esta serie:
  - Cuadro clínico.
  - Satisfacción global: Ver su correlación con los datos del resultado clínico.

- Evaluar los resultados en relación a los hallazgos radiológicos presentes en esta serie:
  - Fórmula digital y metatarsal.
  - Presencia de luxación de la articulación metatarsofalángica.
  - Ángulo de ataque de los metatarsianos.
  - Influencia del hallux valgus (ángulo de hallux y ángulo intermetatarsal).
  - Influencia de la luxación de los sesamoideos en la metatarsalgia.
  - Acortamiento metatarsal tras la cirugía: su relación con el resultado y con las complicaciones (rigidez, metatarsalgia recurrente y de transferencia).
- Evaluar los resultados en relación a los gestos quirúrgicos realizados en esta serie:
  - Cirugía en el primer radio.
  - Número de metatarsianos osteotomizados: su relación con el resultado y con las complicaciones (rigidez, metatarsalgia recurrente y de transferencia).

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

A) Criterios de inclusión:

-Pacientes intervenidos quirúrgicamente para aliviar un cuadro de metatarsalgia mecánica mediante la osteotomía de Weil con o sin osteosíntesis con tornillo.

-La intervención quirúrgica se realizó durante los años 1999 a 2005, ambos inclusive.

-La intervención fue realizada por o bajo supervisión de facultativos especialistas en Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid.

-Pacientes que antes de la cirugía fueron tratados sin éxito de forma conservadora mediante distintos dispositivos ortopédicos (plantillas de descarga, cinchas, etc.) por un espacio de tiempo mayor de seis meses.

-Pacientes que dieron permiso para la inclusión en este estudio, entrevista personal, exploración física y realización de estudio radiológico en el Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid.

B) Criterios de exclusión:

-Pacientes con metatarsalgias no mecánicas, ya sean sistémicas o afecciones regionales.

-Pacientes a los que se les realice osteotomías metatarsianas percutáneas en al menos un metatarsiano.

-Pacientes a los que se les realice osteotomías de Weil fijada y no fijada en los distintos metatarsianos del mismo pie.

-Pacientes a los que en el mismo acto quirúrgico se realice la artroplastia de Keller-Brandes-Lelièvre en el primer radio, la cual da lugar a una alta incidencia de metatarsalgia postquirúrgica.

-Pacientes con metatarsalgias mecánicas secundarias a fracturas metatarsianas que han consolidado en mala posición.

-Pacientes con metatarsalgias mecánicas secundarias a cualquier cirugía previa en dicho pie.

-Pacientes con protocolo clínico-radiológico no completo.

3.2 MÉTODO DE SELECCIÓN DE PACIENTES Y CRONOGRAMA DEL ESTUDIO

Se diseña un estudio clínico y radiológico de aquellos pacientes aquejados de metatarsalgia mecánica que hayan sido intervenidos quirúrgicamente mediante la osteotomía cervicocapital de Weil, ya sea o no fijada con minitornillo.

El proceso de estudio abarca los años 1999 a 2005, ambos inclusive. Se inicia desde el año 1999 por ser el primero con datos informatizados de codificación diagnostico-terapéutica proporcionados por el Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid. Se finaliza en el año 2005 con el objetivo de al realizar la valoración clinicorradiológica en el segundo semestre del 2007, todos los pacientes presenten una evolución mínima de 18 meses, tiempo más que suficiente para que detectar posibles complicaciones tardías.

En Febrero de 2007 se realiza petición al Servicio de Información y Control de Gestión del Hospital Universitario 12 de Octubre para saber que pacientes han sido diagnosticados de metatarsalgia al alta médica tras ingreso durante el periodo 1999-2005. Se realizó mediante búsqueda en base de datos filtrada con los códigos de diagnóstico principal 735.0 (Hallux valgus adquirido) y 726.70 (Metatarsalgia) de la CIE·9·MC (clasificación internacional de enfermedades, novena revisión y modificación clínica).

Se obtuvo un total de 229 pacientes que presentaban estas características.

En Marzo de 2007 se fueron revisando los informes de alta de cada uno de los 229 pacientes en la base de datos HP-His. Se descartaron a 76 pacientes porque el procedimiento quirúrgico no incluía la osteotomía de Weil.

Seguidamente se confeccionó una hoja de recogida de datos clínicos y radiológicos pre y postquirúrgicos.

Posteriormente se realizó petición de los 153 historiales médicos a la Unidad de Documentación del 12 de Octubre. Se fueron revisando durante los meses de Marzo y Abril de 2007 y se suprimió del estudio a 46 pacientes por no cumplir los criterios de inclusión y exclusión (se resumen las causas en la tabla siguiente).

CAUSA	Nº DE PACIENTES
CIRUGÍA PERCUTÁNEA	13
CIRUGÍA PREVIA	15
NO OSTEOTOMÍA WEIL	11
KBL ASOCIADO	4
ARTRITIS REUMATOIDE	1
RADIOLOGÍA INCOMPLETA	2
TOTAL PACIENTES EXCLUÍDOS	46

En Mayo de 2007 se llamó telefónicamente a cada uno de los 107 pacientes.

Uno de los pacientes había fallecido. Seis pacientes no se localizaron (cuatro de Weil fijado y dos de Weil no fijado). Cinco pacientes no consintieron colaborar en el estudio: tres (uno de Weil fijado y dos de Weil no fijado) por problemas para acudir a consulta y dos (ambos de Weil fijado) por mal resultado clínico. El resto, 95 pacientes, fueron citados de Junio a Octubre de 2007, antes del inicio de la consulta diaria del Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología I para en el mismo día realizar entrevista y exploración física por el autor del estudio y posteriormente control radiológico en carga de ambos pies en el Servicio de Radiología. Posteriormente dicho estudio era remitido a consulta mediante el circuito de reparto de pruebas radiológicas. Dos pacientes no acudieron a consulta y un estudio radiológico se extravió. Por tanto, se pudieron completar 97 protocolos clinicorradiológicos de 92 pacientes (cinco con cirugía en ambos pies) que forman el conjunto de casos de este estudio.

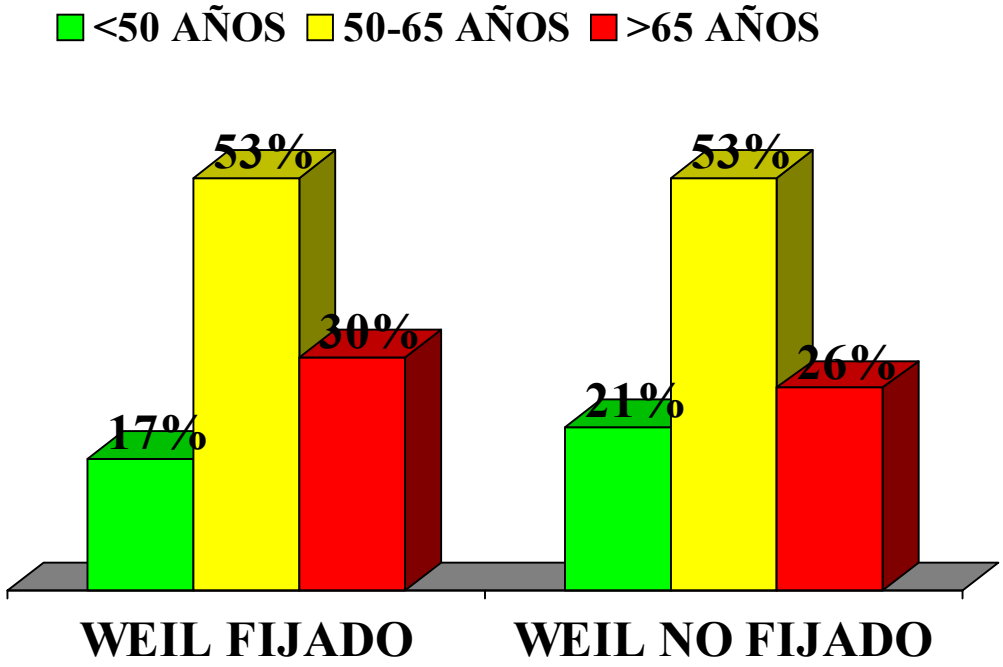
La redacción de los distintos apartados de esta tesis doctoral fue realizada durante los meses de Diciembre de 2007 a Abril de 2008.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

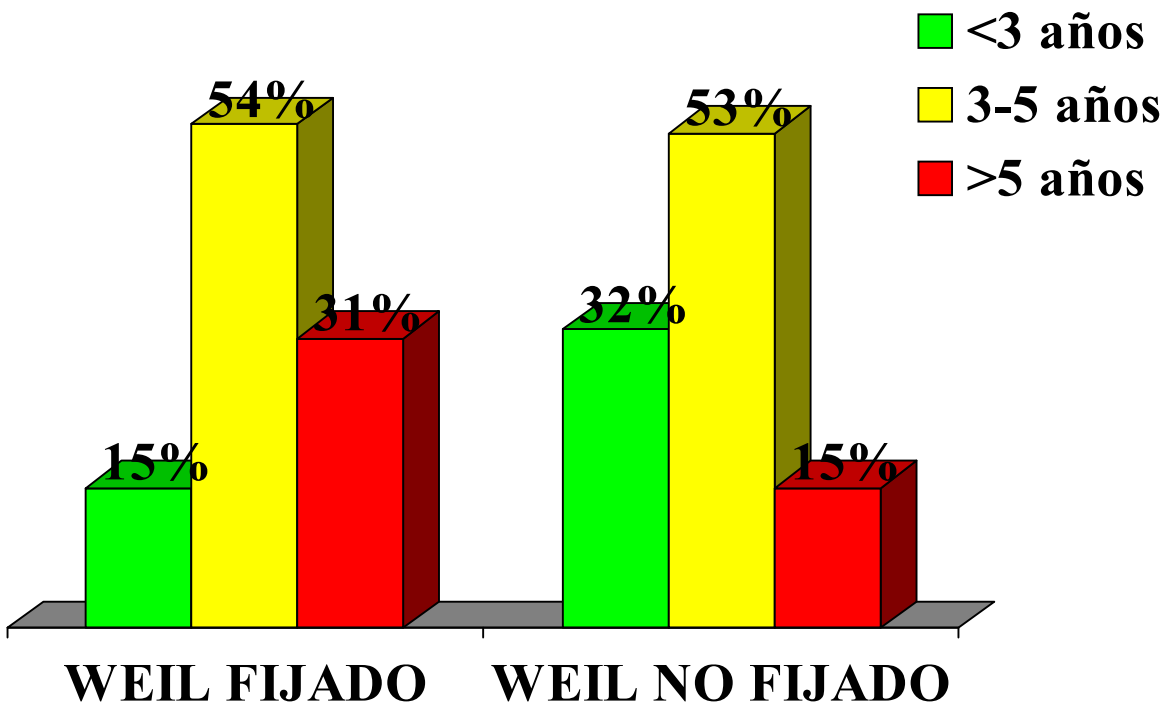
Como se ha mencionado antes, finalmente se incluyeron en el estudio un total de 97 casos de 92 pacientes, presentando 59 casos osteotomías de Weil fijadas y los 38 restantes Weil no fijado.

	WEIL FIJADO	WEIL NO FIJADO
N	59	38
INTERVALO EDAD	(21-80)	(37-75)
INTERVALO EVOLUCIÓN	(20-95)	(19-87)
CASOS HOMBRE	3	1
CASOS MUJER	56	37
PIE DERECHO	29	17
PIE IZQUIERDO	30	21

En el grupo con osteosíntesis la edad media fue de 58,15±11,52 años [21-80] y para el grupo sin fijación fue de 58,89±10,91 años [37-75] con la siguiente distribución por edades en cada uno de los grupos.



La evolución media del grupo con osteosíntesis es de 51,22±17,24 meses [20-95] y del grupo sin fijar es de 46,61±17,07 meses [19-87].Su distribución por grupos se puede ver en el siguiente gráfico.



3.4 EVALUACIÓN CLINICA

Todos los pacientes fueron entrevistados y explorados en consulta por el autor y ese mismo día se realizó el estudio radiológico. Los datos clínicos y radiológicos fueron anotados en el protocolo (Página x anverso y página y reverso) de cada uno de los 97 pies incluidos en el estudio.

3.4.1 Prequirúrgica.

- Cada paciente se ha caracterizado por su nombre y dos apellidos, sexo (hombre o mujer), fecha de nacimiento y su número de historia clínica. Con la idea previa de estudiar si la diabetes mellitus influye en la aparición de complicaciones infecciosas o de curación de las partes blandas, también se buscó este antecedente.

- Cada caso (pie intervenido) se ha caracterizado eligiendo una de las opciones de los siguientes apartados:

A. Indicación quirúrgica:
    1) Metatarsalgia aislada.
    2) Metatarsalgia y deformidad de dedos.
    3) Metatarsalgia y Hallux valgus.
    4) Metatarsalgia, deformidad de dedos y Hallux valgus.

B. Dolor:
    1) No, ninguno.
    2) Mínimo, ocasionalmente.
    3) Moderado, diario.
    4) Intenso, constante.

C. Limitación funcional:
    1) No limitación.
    2) Limitación de ocio (no la actividad diaria).
    3) Limitación de ocio y actividad diaria.
    4) Gran limitación de toda la actividad.

Los apartados dolor y limitación funcional se han clasificado siguiendo los términos de la escala LMIS de Kitaoka et al[26], con la idea de comparar estos datos con los postoperatorios.

D. Localización síntomas y signos clínicos:

Se ha anotado para cada uno de los radios del pie en cuestión la presencia de las siguientes características clínicas:

- Metatarsalgia.
- Hiperqueratosis.
- Deformidad digital.

3.4.2 Final.

Mediante revisión de la historia clínica y de la anamnesis-exploración clínica en consulta se han ido completando los siguientes aspectos clínicos:

A. Complicaciones:

-Precoces (engloba las intraoperatorias y las de aparición antes de los tres meses desde la intervención):

1. Ninguna.
2. Dehiscencia de herida quirúrgica.
3. Infección.
4. Fractura.
5. Otra. Especificar cual.

-Tardías (las que aparecen más allá de los tres meses desde la intervención):

1. Metatarsalgia recurrente: Anotando bajo que radio está presente y si es posible caracterizar su intensidad (menor, igual y mayor que la prequirúrgica).
2. Metatarsalgia de transferencia: Anotando bajo que radio está presente y si es posible caracterizar su intensidad (menor, igual y mayor que la prequirúrgica).
3. Hiperqueratosis: Indicar bajo que radio está presente, tipo (plantar o plantodistal) y si es posible, caracterizar su intensidad (menor, igual y mayor que antes de la operación).
4. Luxación metatarsofalángica o dedo flotante: Indicar en que radio existe esta deformidad, ya sea por luxación o por rigidez postquirúrgica que impide el apoyo del pulpejo digital con el pie en apoyo plantígrado.
5. Pseudoartrosis: Anotar en que radio existe una imagen de falta de consolidación, independientemente de su relevancia clínica.
6. Desplazamiento: Anotar en que radio se aprecia un desplazamiento de la osteotomía.
7. Necrosis cefálica: Anotar en que radio existe una necrosis radiológica de la cabeza metatarsiana.
8. Hipo-anestesia digital: Anotar en que dedo existe un déficit sensitivo tras la intervención.
9. TVP-TEP: Indicar si el paciente ha padecido una trombosis venosa profunda o un cuadro de embolia pulmonar tras la operación.
10. DSR: Indicar si el paciente padece o ha padecido un cuadro definido como distrofia simpatico-refleja o atrofía de Sudeck.
11. Otra: Apartado abierto para anotar una complicación tardía diferente de las anteriores.

B. Reintervenciones:

Cada una de ellas se ha caracterizado de la siguiente manera:

- Radio involucrado.
- Meses transcurridos desde la intervención inicial.
- Causa de la reintervención:
    1. Recidiva Hallux valgus.
    2. Metatarsalgia.
    3. Recidiva Hallux valgus y metatarsalgia.
    4. Dolor por protrusión del material de osteosíntesis.
    5. Deformidad digital.
- Técnica realizada en cada caso.

C. Valoración clínica final:

Los pacientes han sido evaluados usando el cuestionario clínico de la articulación metatarsofalángica e interfalángica (LMIS) de los radios menores realizado por Kitaoka et al[26]. Esta escala ha sido adoptada por la AOFAS como método oficial, por lo que se utiliza en múltiples artículos como herramienta de medida del resultado clínico. Está dividido en tres apartados, con una puntuación máxima de 100 puntos.

A. Dolor (0-40 puntos):

- No, ninguno.	40
- Mínimo, ocasionalmente.	30
- Moderado, diario.	20
- Intenso, constante.	0

B. Función (0-45 puntos):

1) Actividad (0-10 puntos):

- No limitación.	10
- Limitación de ocio (no la actividad diaria).	7
- Limitación de ocio y actividad diaria.	4
- Gran limitación de toda la actividad.	0

2) Calzado (0-10 puntos):

- Zapato convencional.	10
- Zapato cómodo o con plantillas de descarga.	5
- Zapato modificado u ortopédico.	0

3) Movilidad mtf (flexión plantar+dorsal, 0-10 puntos):

- Normal o ligera restricción (>75º).	10
- Restricción moderada (30-74º).	5
- Restricción importante (<30º).	0

4) Movilidad interfalángica (flexión plantar, 0-5 puntos):

- Completa, sin restricción.	5
- Restricción grave (<10º).	0

5) Estabilidad metatarsofalángica (todas direcciones, 0-5 puntos):

- Estable.	5
- Inestable o capacidad de dislocación.	0

6) Callosidad metatarsofalángica (0-5 puntos):

- Ninguno o asintomático.	5
- Sintomático.	0

C. Alineamiento (0-15 puntos):

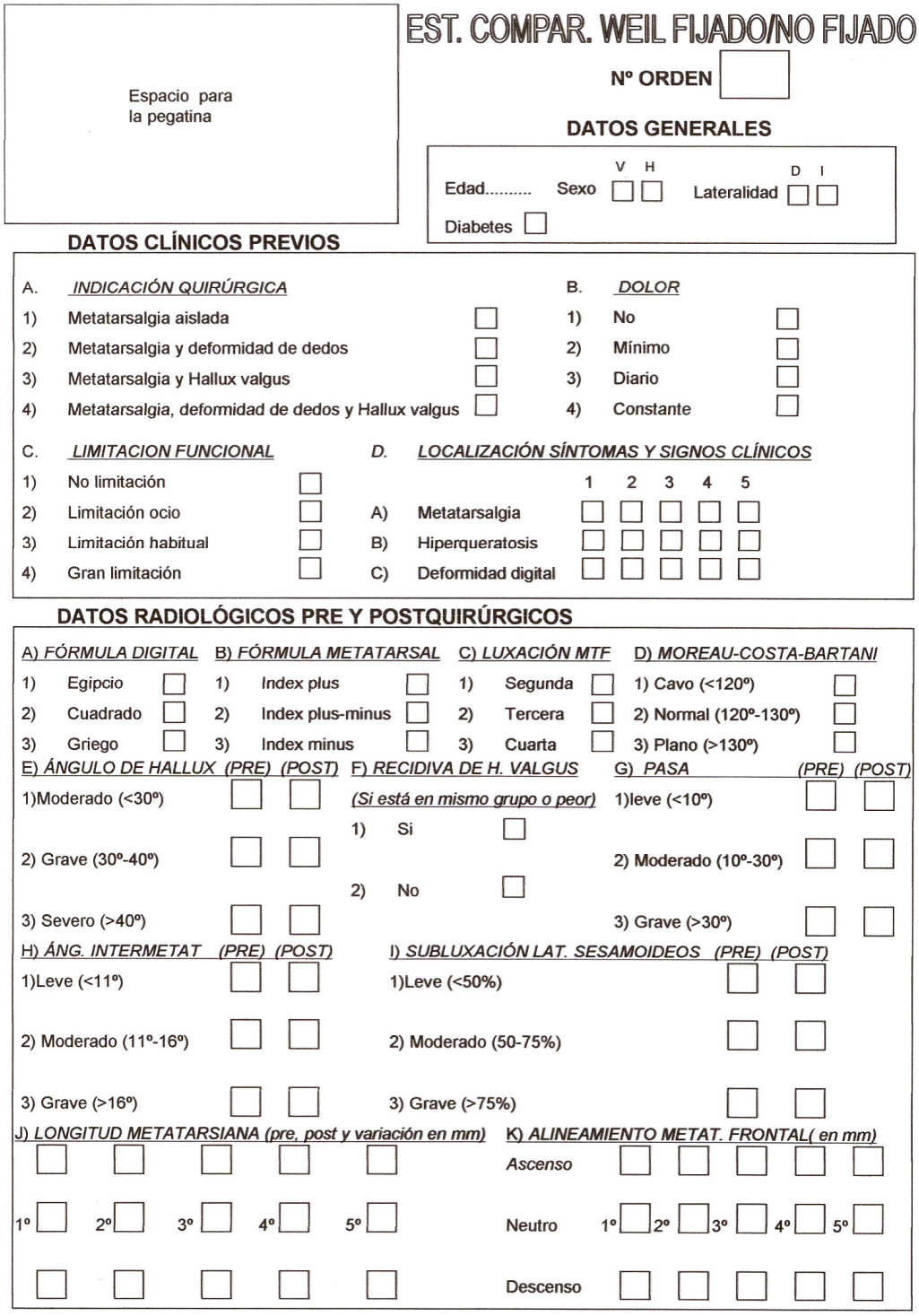
- Bueno: dedos bien alineados.	15
- Aceptable: desalineamiento leve, asintomático.	8
- Malo: desalineamiento importante, sintomático	0

La suma total de puntos se ha clasificado como excelente (100-90 puntos), bueno (89-75 puntos), regular (74-60 puntos) y malo (menor a 60 puntos).

D. Satisfacción global:

Los pacientes refirieron el grado de satisfacción global subjetiva tras la cirugía, eligiendo una de las siguientes opciones:

- Excelente (gran mejoría, se volvería a operar).
- Buena (mejoría parcial).
- Regular (sin mejoría).
- Mala (peor, se arrepiente de haberse operado).



EST. COMPAR. WEIL FIJADO/NO FIJADO

Espacio para la pegatina

Nº ORDEN

DATOS GENERALES

Edad..... Sexo V H Lateralidad D I

Diabetes

DATOS CLÍNICOS PREVIOS

A. INDICACIÓN QUIRÚRGICA
1) Metatarsalgia aislada
2) Metatarsalgia y deformidad de dedos
3) Metatarsalgia y Hallux valgus
4) Metatarsalgia, deformidad de dedos y Hallux valgus

B. DOLOR
1) No
2) Mínimo
3) Diario
4) Constante

C. LIMITACION FUNCIONAL
1) No limitación
2) Limitación ocio
3) Limitación habitual
4) Gran limitación

D. LOCALIZACIÓN SÍNTOMAS Y SIGNOS CLÍNICOS (1 2 3 4 5)
A) Metatarsalgia
B) Hiperqueratosis
C) Deformidad digital

DATOS RADIOLÓGICOS PRE Y POSTQUIRÚRGICOS

A) FÓRMULA DIGITAL: 1) Egipcio 2) Cuadrado 3) Griego

B) FÓRMULA METATARSAL: 1) Index plus 2) Index plus-minus 3) Index minus

C) LUXACIÓN MTF: 1) Segunda 2) Tercera 3) Cuarta

D) MOREAU-COSTA-BARTANI: 1) Cavo (<120º) 2) Normal (120º-130º) 3) Plano (>130º)

E) ÁNGULO DE HALLUX (PRE) (POST): 1) Moderado (<30º) 2) Grave (30º-40º) 3) Severo (>40º)

F) RECIDIVA DE H. VALGUS (Si está en mismo grupo o peor): 1) Si 2) No

G) PASA (PRE) (POST): 1) leve (<10º) 2) Moderado (10º-30º) 3) Grave (>30º)

H) ÁNG. INTERMETAT (PRE) (POST): 1) Leve (<11º) 2) Moderado (11º-16º) 3) Grave (>16º)

I) SUBLUXACIÓN LAT. SESAMOIDEOS (PRE) (POST): 1) Leve (<50%) 2) Moderado (50-75%) 3) Grave (>75%)

J) LONGITUD METATARSIANA (pre, post y variación en mm): 1º 2º 3º 4º 5º

K) ALINEAMIENTO METAT. FRONTAL(en mm): Ascenso / Neutro 1º 2º 3º 4º 5º / Descenso

INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA

FECHA DE INTERVENCIÓN / / EVOLUCIÓN EN MESES ☐

CIRUJANO PRINCIPAL AUTOR: CIRUJANO ☐ AYUDANTE ☐

OSTEOSÍNTESIS: NO ☐ SI ☐ { Tornillo..... Longitud.....

INCISIÓN: LONGITUDINAL ☐ TRANSVERSA ☐ HOSPITAL: CMA ☐ CONVENCIONAL ☐

CIRUGÍA EN PRIMER RADIO		METAT. MENORES INTERVENIDOS		ARTROP IF / TENOTOMÍA / ALARG. TEND		
1. Nada	☐	1. Segundo	☐	2º	☐	☐ ☐
2. Ex-CF	☐	2. Tercero	☐	3º	☐	☐ ☐
3. Akin	☐	3. Cuarto	☐	4º	☐	☐ ☐
4. Ost. Distal +/- Akin	☐	4. Quinto	☐	5º	☐	☐ ☐
5. Scarf +/- Akin	☐					
6. Ost. Prox. +/- Akin	☐					

COMPLICACIONES

PRECOCES	TARDÍAS	1º	2º	3º	4º	5º	
1. Ninguna ☐	1. Metatarsalgia recurrente	☐	☐	☐	☐	☐	"<": Menor pre-qx
2. Dehiscencia ☐	2. Metatarsalgia transferencia	☐	☐	☐	☐	☐	"=": Igual pre-qx
3. Infección ☐	3. Hiperquerat.(plantar/plantodistal)	☐	☐	☐	☐	☐	">": Mayor pre-qx
4. Fractura ☐	4. Luxación MTF-dedo flotante	☐	☐	☐	☐	☐	
5. Otra.....	5. Pseudoartrosis	☐	☐	☐	☐	☐	9. TVP-TEP ☐
	6. Desplazamiento	☐	☐	☐	☐	☐	10. DSR ☐
	7. Necrosis cefálica	☐	☐	☐	☐	☐	11. Otra.....
	8. Hipo-anestesia digital	☐	☐	☐	☐	☐	

REINTERVENCIÓN: Causa ⇨ Técnica realizada	1º	2º	3º	4º	5º	Meses desde IQ inicial
1.Recidiva Hallux valgus ⇨	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2.Metatarsalgia ⇨	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3.Recidiva HV y metatarsalgia⇨	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4.Dolor material de osteosíntesis⇨	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5.Deformidad digital⇨	☐	☐	☐	☐	☐	☐

VALORACIÓN CLÍNICA (LMIS)

A) DOLOR
- Ninguno 40
- Poco, ocasionalmente 30
- Moderado, diario 20
- Intenso, constante 0

B) FUNCION: *(Actividad)*
- Sin limitación 10
- Limitada la actividad recreativa 7
- Limitac. recreativa y activ. diaria 4
- Importante limitación toda activ. 0

(calzado)
- Cualquiera. Sin plantillas 10
- Cómodo. Con plantillas 5
- Modificado. Necesita ortesis 0

(Movilidad MTF: Flex+Ext)
- Normal o ligera dism. (>75º) 10
- Dismin. moderada(30º-74º) 5
- Dismin. import.(<30º) 0

(Movilidad IF:Flex. plantar)
- Completa 5
- Dismin. import. (<10º) 0

(Estabilidad MTF-IF)
- Estable 5
- Inestable o luxable 0

(Callosidad MTF-IF)
- Ninguno o asintomático 5
- Sintomático 0

C) ALINEAMIENTO
- Bueno: dedos bien alineados 15
- Aceptable: desalineamiento leve, asintomático 8
- Malo: desalineamiento importante sintomático 0

TOTAL ☐

SATISFACCIÓN GLOBAL

- Excelente (gran mejoría, se volvería a operar) ☐
- Buena (mejoría parcial) ☐
- Regular (sin mejoría) ☐
- Mala (se arrepiente de haberse operado) ☐

3.5 EVALUACIÓN RADIOLÓGICA

A) Prequirúrgica.

Todos los datos previos se obtuvieron mediante el estudio de las placas radiológicas más cercanas en el tiempo a la intervención quirúrgica. Para cada pie se anotaron los siguientes parámetros:

- Fórmula digital (Egipcio, cuadrado o griego).
- Fórmula metatarsal (Index plus, Index plus-minus o Index minus).
- Presencia de luxación metatarsofalángica y en que radio (2º,3º o 4º).
- Ángulo de Moreau-Costa-Bartani en proyección lateral en carga:
  - Pie cavo si <120º.
  - Pie normal entre 120-130º.
  - Pie plano si >130º.
- Ángulo de Hallux o metatarsofalángico en proyección dorsoplantar en carga:
  - Moderado si <30º.
  - Grave entre 30-40º.
  - Severo si >40º.
- Ángulo intermetatarsiano en proyección dorsoplantar en carga:
  - Leve si <11º.
  - Moderado entre 11-16º.
  - Grave si >16º.
- Ángulo articular distal del primer metatarsiano o PASA en proyección dorsoplantar en carga:
  - Leve si <10º
  - Moderado entre 10-30º.
  - Grave si >30º.
- Subluxación lateral de los sesamoideos según la clasificación de Roig-Puerta en proyección dorsoplantar en carga:
  - Leve si superposición <50%.
  - Moderado si superposición entre 50-75%.
  - Grave si >75%.
- Longitud metatarsiana en milímetros de cada metatarsiano en proyección dorsoplantar en carga.

B) Final.

A todos los pacientes se les realizó el estudio radiológico final en el Servicio de Radiología del Hospital 12 de Octubre el mismo día de la entrevista y exploración física. Dicho estudio consistió en:

- Proyección dorsoplantar en carga de ambos pies.
- Proyección lateral en carga de ambos pies.
- Proyección de Roig-Puerta del pie involucrado (apoyo metatarsal con flexión dorsal de las articulaciones metatarsofalángicas).

Antes del inicio de la realización del estudio se concretó con los técnicos especialistas de radiología los parámetros radiológicos, posición del paciente y del tubo de rayos para que todos los estudios fuesen reproducibles por los distintos técnicos. Estos requisitos técnicos fueron:

- Distancia tubo-paciente de 1 metro.
- Placa de revelado de 30x24 centímetros.
- Ángulo de 20º respecto de la vertical durante la realización de la proyección dorsoplantar, con pies sobre el suelo.
- Proyección lateral y proyección de Roig-Puerta con pie elevado sobre cajetín al uso y tubo de rayos con dirección horizontal.

De cada pie intervenido quirúrgicamente se extrajeron los nuevos parámetros ya previamente estudiados (ángulo de Hallux, ángulo intermetatarsiano, PASA, posición de los sesamoideos y longitud de los metatarsianos).
Además también se anotaría:

- Recidiva del Hallux valgus: se consideró recidiva si el pie presenta un ángulo de Hallux igual o peor al previo).
- Variación en milímetros de la longitud metatarsiana tras las osteotomías.
- Variaciones en la altura de las cabezas metatarsianas (ascenso o descenso cuantificado en milímetros) en la proyección de Roig-Puerta.
- Presencia de complicaciones con imagen radiológica característica:
  - Luxación metatarsofalángica.
  - Pseudoartrosis de la osteotomía.
  - Desplazamiento de la osteotomía.
  - Necrosis de la cabeza metatarsal.

3.6 TÉCNICA QUIRÚRGICA

A) Variables a estudio.

Los datos de la intervención quirúrgica fueron extraídos del protocolo quirúrgico de la historia clínica. Entre ellos:

- Fecha de la intervención quirúrgica y derivada de ésta, la edad del paciente.
- Tipo de osteotomía de Weil:
  - No sintetizada.
  - Sintetizada: Especificar nombre del tornillo y longitud en cada uno de los metatarsianos
- Tipo de incisión o abordaje para la realización de la osteotomía de Weil:
  - Longitudinal.
  - Transversa.
- Tipo de hospitalización:
  - Convencional en el Hospital 12 de Octubre.
  - Ambulatoria en el Hospital Carlos III.
- Cirugía en el primer radio, marcando una de las siguientes opciones:
  - Nada.
  - Exostosectomía + cerclaje fibroso.
  - Osteotomía de Akin.
  - Osteotomía distal.
  - Osteotomía distal + Akin.
  - Osteotomía en scarf.
  - Osteotomía en scarf + Akin.
  - Osteotomía proximal.
  - Osteotomía proximal + Akin.
- Metatarsianos menores intervenidos, marcando:
  - Segundo.
  - Tercero.
  - Cuarto.
  - Quinto.
- Gestos quirúrgicos asociados o no a la osteotomía de Weil, para cada uno de los radios menores:
  - Artroplastia de resección de la articulación interfalángica proximal.
  - Tenotomía extensora +/- flexora.
  - Alargamiento tendón extensor largo de los dedos.
- Nombre del cirujano principal.
- Participación del autor como cirujano o ayudante.

B) Peculiaridades de la técnica quirúrgica.

Tras la anestesia regional mediante bloqueo nervioso en tobillo o anestesia raquídea, se coloca manguito de isquemia en la zona supramaleolar. Posteriomente se realiza la asepsia cutánea con desinfectante y pañeado del pie.

La profilaxis antibiótica protocolizada se realiza con Cefazolina 1gramo durante la inducción anestésica.

Generalmente se inicia la intervención con la corrección del Hallux valgus y posteriormente de la metatarsalgia de los radios menores.

Tras la incisión, longitudinal intermetarsal dorsal (se abordan dos metatarsianos) o transversal dorsal (se abordan con una única incisión todas las cabezas involucradas y

permite medir el acortamiento producido), se realiza disección roma para localizar los tendones extensores. Tras separar el extensor largo y corto, realizamos una capsulotomía dorsal longitudinal de la articulación metatarsofalángica y se luxa la falange proximal hacia plantar. De esta manera tenemos expuesta completamente la cabeza metatarsiana.

Se realiza la osteotomía en un plano horizontal, comenzando unos 3 mm. por delante del inicio del cartílago articular. Se suele realizar con una sierra oscilante de 1 milímetro de grosor, completando en ocasiones el corte con un golpe de escoplo.

Se permite que la cabeza retroceda de forma automática o se cuantifica el acortamiento en milímetros a criterio del cirujano. Se elimina la "visera" sobrante con una gubia.

Es en este momento cuando el cirujano realiza o no la osteosíntesis. La elección de osteosintetizar la osteotomía correspondió al cirujano principal según su preferencia personal:

- Han realizado Weil fijado: 32 cirujanos.
- Han realizado Weil no fijado: 8 cirujanos.
- Han realizado ambos procedimientos: 6 cirujanos.

- Si se realiza osteosíntesis, se fija la osteotomía con un minitornillo a compresión de dorsal a plantar y de proximal a distal, lo más perpendicular posible al plano de la osteotomía. La fijación de la osteotomía en los pacientes del grupo con osteosíntesis se ha realizado en todos los casos con el tornillo auto-rompible *Twistoff*® (DePuy).

- Si se prefiere no sintetizar, se intenta realizar la osteotomía y liberar la placa plantar mediante mínima incisión y el menor daño de los tejidos blandos periarticulares. Por tanto se podría definir como cirugía semipercutánea para diferenciarla de la percutánea que se viene realizando desde hace años y con buenos resultados en manos experimentadas. (De prado) De esta manera la cabeza metarsal retrocede en dirección posterior y no se desplaza lateralmente, lo cual sería contraproducente para la consolidación de la osteotomía. Para obviar este posible contratiempo es útil el control radioscópico intraoperatorio.

Posteriormente se lava con suero fisiológico el campo quirúrgico y se procede al cierre habitual. Debe realizarse un vendaje corrector reforzado con tiras de esparadrapo para mantener la reducción del hallux y proteger la eminencia digitoplantar.

A veces se utilizan dispositivos ortopédicos (Toe Alignement Splint) que mantienen los dedos en flexión con la idea de reducir la tendencia a la rigidez en extensión de los radios menores.

Se indica un tratamiento antitrombótico a todos los pacientes mediante heparina de bajo peso molecular vía subcutánea.

Se permite el apoyo del pie intervenido mediante un zapato postquirúrgico de talón invertido durante las primeras 3-4 semanas y posteriormente con calzado ancho y confortable hasta la progresiva desaparición del edema postquirúrgico durante los 3-6 meses siguientes.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez recogidos los datos se introdujeron en una base de datos parametrizada empleando el programa informático Access 2000®.

Para facilitar su posterior análisis las variables se agruparon en distintas tablas que recogían los datos del pie intervenido (un mismo paciente puede intervenirse de ambos pies).

Esta base de datos se entregó en la Unidad de Investigación-Epidemiología Clínica del Hospital 12 de Octubre para su análisis mediante las pruebas estadísticas oportunas según las distintas variables a comparar y establecer los niveles de significación estadística.

3.7.1 ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA:

Se obtiene una descripción general de las distintas variables del análisis. El resumen de la información de las variables tratadas se presenta, para aquellas que son cualitativas o no numéricas, mediante su distribución de frecuencia absoluta y relativa. Las variables numéricas o cuantitativas se describieron mediante su medida de tendencia central, (media) acompañada de la medida de dispersión (desviación estándar).

2. ESTADÍSTICA ANALÍTICA (ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN):

El estudio de asociación entre variables cualitativas se realizo mediante el test de la chi cuadrado de Pearson o el test exacto de Fisher. La relación entre variables cualitativas y variables cuantitativas se estudio mediante la prueba del t-test.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LA MUESTRA

A. *DESCRIPCIÓN GENERAL*

El estudio se ha realizado sobre un total de 97 pies (59 con Weil fijado y 38 con Weil no fijado) correspondientes a 92 pacientes (2 pacientes con Weil fijado en ambos pies, 2 pacientes con Weil no fijado en ambos pies y un paciente con técnica distinta para cada uno de sus pies).

Por tanto el porcentaje de pacientes bilaterales es del 5% sobre el total de la muestra. El hecho de ser menor al 20% permite admitir los casos bilaterales a pesar de que aún siendo pies distintos puede existir un sesgo si ha existido una cirugía previa.

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
EDAD	58,15±11,52 años [21-80]		58,89±10,91 años [37-75]	
EVOLUCIÓN	51,22±17,24 meses [20-95]		46,61±17,07 meses [19-87]	
SEXO	Varones: 3	5%	Varones:1	3%
	Mujeres: 56	95%	Mujeres: 37	97%
LATERALIDAD	Derecho: 29	49%	Derecho: 17	45%
	Izquierdo: 30	51%	Izquierdo:21	55%

Se obtuvo un valor medio de edad muy similar en ambos grupos (58 años) y una evolución media 5 meses mayor en la serie de pacientes con Weil fijado.

Ambos grupos son homogéneos en cuanto la edad y la evolución con un nivel de confianza del 95% al no existir diferenciación significativa a través de la prueba del T-test(P-valor= 0.7526 y P-valor=0.1995 respectivamente).

La gran mayoría de los pacientes de ambas series son mujeres (95% y 97% respectivamente), incluyendo solo a tres pacientes varones en el grupo con osteosíntesis y uno en el grupo sin fijación.

El dolor metatarsal aparece con frecuencias similares en ambos pies de los pacientes operados con y sin osteosíntesis.

Si categorizamos la edad y la evolución en subgrupos:

	WEIL FIJADO			WEIL NO FIJADO		
N	59			38		
EDAD	< 50 años:	10	17%	< 50 años:	8	21%
	50-65 años:	31	53%	50-65 años:	20	53%
	>65 años:	18	30%	>65 años:	10	26%
EVOLUCIÓN	< 3 años:	9	16%	< 3 años:	12	31%
	3-5 años:	32	54%	3-5 años:	20	53%
	>5 años:	18	30%	>5 años:	6	16%

En los dos grupos existen más pacientes con edades comprendidas entre los 50 y 65 años y con una evolución postquirúrgica de 3 a 5 años.

La distribución por grupos de edad es independiente de la osteosíntesis con un nivel de confianza del 95% (P-valor=0.8392). Podemos decir por tanto que se ha intervenido por igual con independencia de la edad del paciente.

La distribución en intervalos de evolución es independiente a su vez de la osteosíntesis (P-valor=0.0872). Podemos decir que no existe una tendencia en el tiempo hacia ninguna de las dos técnicas.

B. <u>DATOS CLÍNICOS</u>

Los datos relativos a la indicación quirúrgica, dolor previo, limitación funcional y presencia de diabetes se resumen en la siguiente tabla:

	WEIL FIJADO			WEIL NO FIJADO		
N	59			38		
INDICACIÓN QUIRÚRGICA	METATARSALGIA AISLADA	1	2%	METATARSALGIA AISLADA	0	
	METAT + DEFORM. DIGITAL	7	12%	METAT + DEFORM. DIGITAL	11	29%
	METAT + H. VALGUS	23	39%	METAT + H. VALGUS	18	47%
	METAT + H. VALGUS+ DEFORM. DIGITAL	28	47%	METAT + H. VALGUS+ DEFORM. DIGITAL	9	24%
DOLOR	NO	2	3%	NO	0	
	MINIMO	7	12%	MINIMO	8	21%
	DIARIO	33	56%	DIARIO	14	37%
	CONSTANTE	17	29%	CONSTANTE	16	42%
LIMITACIÓN FUNCIONAL	NO LIMITACIÓN	9	16%	NO LIMITACIÓN	9	24%
	LIMITACIÓN OCIO	28	47 %	LIMITACIÓN OCIO	15	39%
	LIMIT. HABITUAL	14	24%	LIMIT. HABITUAL	8	21%
	GRAN LIMITACIÓN	8	14%	GRAN LIMITACIÓ	6	16%
DIABETES	SI:	1	2%	SI:	3	8%
	NO:	58	98%	NO:	35	92%

La osteosíntesis es dependiente de la indicación quirúrgica con un nivel de confianza del 95% (P-valor=0.0301). Los pacientes del grupo osteotomía de Weil fijada presentan mayor complejidad clínica.

La distribución según el dolor previo es independiente de la cirugía realizada (P-valor=0.1392). No se tiende a ninguna técnica según el grado de dolor del paciente.

Igualmente la variable limitación funcional es independiente de la osteosíntesis (P-valor=0.7125).

Los datos relativos a la localización de los síntomas y signos clínicos son los siguientes:

	WEIL FIJADO			**WEIL NO FIJADO**		
N	59			38		
METATARSALGIA	2º	26	44%	2º	5	13%
	2º+3º	25	42%	2º+3º	20	53%
	2º+3º+4º	6	11%	2º+3º+4º	12	31%
	1º+2º+3º	2	3%	1º+2º+3º	1	3%
HIPERQUERATOSIS	2º	23	39%	2º	6	16%
	2º+3º	22	37%	2º+3º	21	56%
	2º+3º+4º	6	11%	2º+3º+4º	10	25%
	NINGUNA	8	13%	NINGUNA	1	3%
DEFORMIDAD DIGITAL	2º	28	47%	2º	9	24%
	2º+3º	8	13%	2º+3º	9	24%
	2º+3º+4º	4	7%	2º+3º+4º	3	8%
	NINGUNA	19	33%	NINGUNA	17	44%

La gran mayoría de los pacientes con Weil fijado presentaban metatarsalgia bajo el 2º y 3º metatarsiano (86%). En el grupo sin fijación, el dolor metatarsal también afectaba al 4º radio en el 31% de los mismos. La hiperqueratosis acompaña al dolor metatarsal de forma paralela.

Casi la mitad de los pacientes con Weil fijado presentaban una única deformidad digital en el 2º dedo. En cambio, en el grupo sin osteosíntesis, el 44% no presentaban deformidad alguna de los dedos.

C. *DATOS RADIOLÓGICOS*

El estudio radiológico en carga en proyección dorsoplantar y lateral previo a la intervención proporciona los siguientes datos:

	WEIL FIJADO			WEIL NO FIJADO		
N	59			38		
FÓRMULA DIGITAL	EGIPCIO:	48	81%	EGIPCIO:	28	74%
	CUADRADO:	6	11%	CUADRADO:	6	16%
	GRIEGO:	5	8%	GRIEGO:	4	10%
FÓRMULA METATARSAL	INDEX PLUS:	5	9%	INDEX PLUS:	2	6%
	INDEX P-M:	4	7%	INDEX P-M:	2	6%
	INDEX MINUS:	50	84%	INDEX MINUS:	34	88%
LUXACIÓN MTF	NINGUNA:	41	71%	NINGUNA:	31	82%
	2ª MTF:	16	26%	2ª MTF:	3	8%
	2ª+3ª MTF:	2	3%	2ª+3ª MTF:	4	10%
MOREAU-COSTA-BARTANI	<120º (CAVO):	8	14%	<120º (CAVO):	6	16%
	120-130º (N):	39	66%	120-130º (N):	18	47%
	>130º (PLANO):	12	20%	>130º (PLANO):	14	37%

Existe una mayor frecuencia de pies egipcios y con fórmula metatarsal index minus en ambos grupos de estudio. Existen luxaciones en el 29% y 18% de los pacientes de ambos grupos.

En ambos grupos son más frecuentes los pies sin alteración morfológica, seguidos de los planos y en último lugar los morfotipos cavos.

Los datos radiológicos que cuantifican el grado de hallux valgus que presentan los pies a intervenir son los siguientes:

	WEIL FIJADO			WEIL NO FIJADO		
N	59			38		
ÁNGULO DE HALLUX	<30º:	15	25%	<30º:	20	53%
	30-40º:	34	58%	30-40º:	15	39%
	>40º:	10	17%	>40º:	3	8%
PASA	<10º:	11	19%	<10º:	14	37%
	10-30º:	48	81%	10-30º:	24	63%
	>30º:	0		>30º:	0	
ÁNGULO INTERMETATARSAL	<11º:	14	24%	<11º:	20	53%
	11-16º:	33	56%	11-16º:	12	32%
	>16º:	12	20%	>16º:	6	15%
SUBLUXACIÓN LATERAL SESAMOIDEOS	<50%:	9	15%	<50%:	12	32%
	50-75%:	23	39%	50-75%:	19	50%
	>75%:	27	46%	>75%:	7	18%

Existe una relación dependiente entre las variables ángulo de hallux y cirugía (P-valor=0.0217). Por lo tanto no podemos decir que ambos grupos presenten la misma distribución según el ángulo de hallux (existen más casos <30º en el grupo no fijado).

La variable ángulo intermetatarsal es dependiente respecto de la cirugía (P-valor=0.0128), con casos menos acusados en el grupo sin fijar.

Existe una relación entre las variables cirugía-subluxación de sesamoideos (P-valor=0.0148), con una menor subluxación en el grupo sin fijación.

La medición de la longitud metatarsiana en milímetros en la proyección dorsoplantar en carga con los requisitos radiológicos ya mencionados proporciona unos datos muy similares para ambos grupos:

	WEIL FIJADO	WEIL NO FIJADO
N	59	38
LONGITUD M1	63,73±5,11mm [55-80]	63,94±3,77mm [57-72]
LONGITUD M2	78,02±5,56mm [67-95]	77,05±4,30mm [64-85]
LONGITUD M3	74,27±5,29mm [65-90]	73,61±4,05mm [60-80]
LONGITUD M4	70,47±4,76mm [60-85]	69,82±3,56mm [63-76]
LONGITUD M5	65,93±3,90mm [58-75]	65,71±3,75mm [60-74]

Los datos relativos al alineamiento frontal de los metatarsianos durante el apoyo mediante la proyección de Roig-Puerta no han podido ser estudiados debido a una mala ejecución técnica en la gran mayoría de los casos, con apoyo metatarsal unas veces en supinación y otras en pronación, lo cual ha impedido realizar mediciones reales de la altura de las cabezas metatarsianas respecto del plano de apoyo.

D. *DATOS QUIRÚRGICOS*

Los datos relativos al tipo de incisión y el tipo de hospitalización (CMA: Cirugía Mayor Ambulatoria en Hospital Carlos III; Convencional: Un día mínimo de estancia en Hospital 12 de Octubre):

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
INCISION METATARSAL	LONGITUDINAL:	59	LONGITUDINAL:	31
	TRANSVERSA:	0	TRANSVERSA:	7
RÉGIMEN DE INGRESO	CMA:	14	CMA:	12
	CONVENCIONAL:	45	CONVENCIONAL:	26

Si clasificamos los pies según el número de osteotomías de Weil:

	WEIL FIJADO			WEIL NO FIJADO		
N	59			38		
METATARSIANOS MENORES INTERVENIDOS	2º:	18	30%	2º:	4	11%
	2º+3º:	35	59%	2º+3º:	17	44%
	2º+3º+4º:	6	11%	2º+3º+4º:	14	37%
	2º+3º+4º+5º:	0		2º+3º+4º+5º:	3	8%

La gran mayoría han sido intervenidos del segundo y tercer radio.

Se realizaron 106 osteotomías fijadas y 92 sin fijar.
Todas las fijadas se sintetizaron con el tornillo Twistoff® de DePuy (Johnson & Johnson). Se utilizaron las siguientes longitudes:

	OSTEOTOMÍAS	
TOTAL		106
LONGITUD TORNILLO	11	30
	12	47
	13	21
	14	6
	15	2
MEDIA LONGITUD		12,08 mm.

Los gestos asociados en cada tipo de cirugía son los siguientes:

	WEIL FIJADO	WEIL NO FIJADO
ARTROPLASTIAS	18	11
TENOTOMÍAS	4	10
ALARGAMIENTOS TENDINOSOS	7	0

Llama la atención el hecho de que no se hayan realizado alargamientos de los tendones extensores en el grupo sin fijación.

La técnica quirúrgica realizada en el primer radio ha sido:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
NADA	6	11%	11	29%
EXOSTOSECTOMÍA + CERCLAJE FIBROSO	14	24%	2	6%
AKIN	13	22%	11	29%
OSTEOTOMÍA DISTAL	3	5%	3	8%
OST. DISTAL + AKIN	3	5%	3	8%
SCARF	8	12%	1	3%
SCARF + AKIN	6	11%	2	6%
OSTEOTOMÍA PROXIMAL	3	5%	4	8%
OST. PROXIMAL + AKIN	3	5%	1	3%

El 60% de cada uno de los grupos ha sido operado con las técnicas más simples de corrección del hallux valgus o sencillamente no se ha realizado intervención alguna.

Participación del autor como cirujano o ayudante:

	WEIL FIJADO	WEIL NO FIJADO
N	59	38
CIRUJANO PRINCIPAL	2 casos	2 casos
CIRUJANO AYUDANTE	2 casos	5 casos
SIN PARTICIPACIÓN	55 casos	31 casos

El autor no ha participado y no tiene relación directa con los pacientes en un alto porcentaje de los casos.

El número de cirujanos que han realizado las intervenciones quirúrgicas ha sido:

- Osteotomía de Weil fijada: 31 cirujanos.
- Osteotomía de Weil sin fijar: 8 cirujanos.
- Ambas osteotomías: 6 cirujanos.

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS CLÍNICOS

A. RESULTADOS GLOBALES DE LA ESCALA LMIS

Los resultados clínicos globales medidos mediante la escala de valoración LMIS son los siguientes:

	WEIL FIJADO	WEIL NO FIJADO
N	59	38
VALOR MEDIO LMIS	69,80±19,00 puntos[15-100]	75,34±12,96 puntos [47-100]

El valor medio LMIS es mayor en el grupo sin osteosíntesis, pero el número de pacientes de este grupo es menor.

Ambos grupos presentan medias homogéneas (P-valor=0.1183). No podemos decir que ningún grupo obtenga mejores resultados que el otro.

Dividiendo en subgrupos de puntuación, se obtienen los siguientes datos:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59	100%	38	100 %
EXCELENTE 100-90 PUNTOS	9	15%	6	16%
BUENO 89-75 PUNTOS	21	36%	19	50%
REGULAR 74-60 PUNTOS	10	17%	5	13%
MALO 59-0 PUNTOS	19	32%	8	21%

Se obtienen un 51% de buenos resultados tras el Weil fijado y un 66% tras el Weil no fijado.

Los subgrupos de puntuación son independientes del tipo de cirugía con un intervalo de confianza del 95% (P-valor= 0.4909).

B. *RESULTADOS POR APARTADOS DE LA ESCALA LMIS*

B.1 DOLOR:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	PREVIO		FINAL		PREVIO		FINAL	
NO, NUNCA	2	3%	16	27%	0		8	21%
MÍNIMO, OCASIONAL	7	12%	21	36%	8	21%	21	56%
MODERADO, DIARIO	33	56%	17	28%	14	37%	9	23%
INTENSO, CONSTANTE	17	29%	5	9%	16	42%	0	

Existe una mejoría del dolor en ambos grupos, algo más en el no fijado.

Los subgrupos de dolor son independientes del tipo de cirugía. No existen diferencias en cuanto a la mejoría del dolor (P-valor=0.1242).

B.2 LIMITACIÓN FUNCIONAL:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	PREVIO		FINAL		PREVIO		FINAL	
NO	9	16%	30	52%	9	24%	22	58%
LIMITACIÓN OCIO	28	47%	25	42%	15	39%	14	36%
LIMITACIÓN DIARIA	14	24%	2	3%	8	21%	2	6%
GRAN LIMITACIÓN	8	14%	2	3%	6	16%	0	

Existe una mejora importante en el estado funcional de los pacientes en ambos grupos. Las diferencias entre ambos tipos de cirugía no son significativas. El grado de limitación y la cirugía son independientes (P-valor=0.6685).

B.3 CALZADO:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
CUALQUIERA	39	66%	21	56%
PLANTILLAS	18	30%	16	41%
ORTOPÉDICO	2	4%	1	3%

Dos tercios de los pacientes tras la osteotomía de Weil fijada caminan sin ningún dispositivo ortopédico. En cambio un 41% de los no fijados requieren el uso de plantillas de descarga retrocapital.

B.4 MOVILIDAD METATARSOFALÁNGICA (FLEXIÓN+EXTENSIÓN):

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
NORMAL O DISMINUCIÓN LIGERA (>75º)	12	20%	10	26%
DISMINUCIÓN MODERADA (30-74º)	44	75%	23	61%
DISMINUCIÓN IMPORTANTE (<30º)	3	5%	5	13%

No existe relación entre movilidad y cirugía (P-valor=0.2434). No podemos predecir la movilidad final en relación al tipo de intervención realizada.

B.5 MOVILIDAD INTERFALÁNGICA (FLEXIÓN PLANTAR):

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
COMPLETA	56	95%	35	92%
DISMINUCIÓN IPORTANTE (<10º)	3	5%	3	8%

La movilidad interfalángica no se afecta en prácticamente ningún caso de los dos grupos de estudio.

B.6 ESTABILIDAD METATARSOFALÁNGICA:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
ESTABLE	49	83%	35	92%
INESTABLE O LUXABLE	10	17%	3	8%

La gran mayoría de las articulaciones metatarsofalángicas intervenidas son estables tras el tratamiento.

B.7 CALLOSIDAD METATARSOFALÁNGICA:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
NINGUNO O ASINTOMÁTICO	25	42%	22	58%
SINTOMÁTICO	34	58%	16	42%

Existe mayor frecuencia de callosidad dolorosa tras la osteotomía de Weil fijada.

B.8 ALINEAMIENTO DE LOS DEDOS:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
DEDOS BIEN ALINEADOS	21	35%	19	50%
DESALINEAMIENTO LEVE, ASINTOMÁTICO	30	51%	17	44%
DESALINEAMIENTO IMPORTANTE, SINTOMÁTICO	8	14%	2	6%

La gran mayoría de los pacientes presentan una buena corrección de la deformidad digital.

C. *RESULTADOS DE LA SATISFACCIÓN GLOBAL*

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
EXCELENTE	15	26%	13	34%
BUENA	27	45%	17	44%
REGULAR	10	17%	4	11%
MALA	7	12%	4	11%

No existe relación entre los subgrupos de satisfacción y el tipo de cirugía. Ambas variables son independientes con un nivel de confianza del 95% (P-valor= 0.7242).

D. *COMPLICACIONES SURGIDAS*

D.1 PRECOCES:

	WEIL FIJADO	WEIL NO FIJADO
NINGUNA	36	26
DEHISCENCIA	6	2
INFECCIÓN	19	7
FRACTURA	0	2

Existe una mayor incidencia de infecciones y dehiscencias en el grupo de Weil fijado que en el grupo sin osteosíntesis. En cambio en el grupo no fijado ocurrieron dos fracturas metatarsales.

En un alto porcentaje de pacientes (61% y 66% respectivamente) no apareció ninguna de las complicaciones definidas en el estudio.

D.2 TARDIAS:

- NÚMERO DE RADIOS CON COMPLICACIÓN TARDIA:

Se operaron 106 metatarsianos mediante la técnica de Weil fijado y 92 metatarsianos sin fijar.

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	106		92	
METATARSALGIA RECURRENTE	39	37%	24	26%
METATARSALGIA TRANSFERENCIA	37	35%	12	13%
HIPERQUERATOSIS PLANTODISTAL	18	17%	14	15%
HIPERQUERATOSIS PLANTAR	35	33%	17	18%
DEDO FLOTANTE	33	31%	18	20%
PSEUDOARTROSIS	1		0	
DESPLAZAMIENTO	2		3	
NECROSIS CEFÁLICA	2		1	
HIPOANESTESIA DIGITAL	25	24%	3	3%
DISTROFIA SIMPATICO-REFLEJA	1		1	
TROMBOSIS VENOSA	1		0	

- NÚMERO DE CASOS CON COMPLICACIÓN TARDIA:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
METATARSALGIA RECURRENTE	29	50%	15	39%
METATARSALGIA TRANSFERENCIA	21	35%	7	18%
HIPERQUERATOSIS PLANTODISTAL	10	17%	8	21%
HIPERQUERATOSIS PLANTAR	22	37%	13	34%
DEDO FLOTANTE	25	42%	12	31%
PSEUDOARTROSIS	1		0	
DESPLAZAMIENTO	2		3	
NECROSIS CEFÁLICA	2		1	
HIPOANESTESIA DIGITAL	15	26%	2	5%
DISTROFIA SIMPATICO-REFLEJA	1		1	
TROMBOSIS VENOSA	1		0	

Existe mayor frecuencia de las complicaciones más comunes (metatarsalgia recurrente, metatarsalgia de transferencia y dedo flotante) tras la osteosíntesis.

Igualmente la hipoanestesia digital es más frecuente cuando se implanta material de osteosíntesis.

E. *REINTERVENCIONES*

Se realizaron 23 reintervenciones en 18 pacientes con Weil fijado y 7 reintervenciones en 5 pacientes con Weil sin fijar. Se han agrupado de la siguiente forma:

	WEIL FIJADO	WEIL NO FIJADO
N	59	38
REINTERVENCIONES	23	7
RECIDIVA HALLUX VALGUS	2	3
METATARSALGIA RECURRENTE	2	1
METATARSALGIA TRANSFERENCIA	2	0
RECIDIVA HALLUX VALGUS+METATARSALGIA	3	0
DOLOR POR MATERIAL OSTEOSINTESIS EN PRIMER RADIO	2	2
DOLOR POR MATERIAL OSTEOSINTESIS EN RADIOS MENORES	8	0
DEFORMIDAD DIGITAL	4	1

Se han reintervenido más pacientes en el grupo con fijación, y de ellos, ocho, un tercio de las reintervenciones, se han debido a molestias por protrusión plantar del material de osteosíntesis.

Respecto del total de pacientes con osteotomía de Weil, se han reoperado por esta causa el 14% de los mismos.

4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS RADIOLÓGICOS

E. *CORRECCIÓN DEL HALLUX VALGUS*

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	PREVIO		FINAL		PREVIO		FINAL	
<30º	15	25%	29	49%	20	53%	30	79%
30-40º	34	58%	24	41%	15	39%	6	16%
>40º	10	17%	6	10%	3	8%	2	5%

Se encuentra una relación dependiente entre las variables ángulo de Hallux y cirugía (P-valor=0.0121). A la vista de los resultados podemos decir que los pacientes con osteotomías de Weil no fijados presentan una mejor corrección del ángulo de hallux, pero antes de operarse estos valores ya eran mejores (tenían menos deformidad) que los presentes en el grupo de Weil fijado.

B. *RECIDIVA DE HALLUX VALGUS*

Han recidivado 30 casos en el grupo de Weil fijado y 10 casos en el grupo sin osteosíntesis.

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
	TOTAL	RECIDIVA HALLUX	TOTAL	RECIDIVA HALLUX
N	59	30	38	10
NADA	6	3	11	1
EXOSTOSECTOMÍA + CERCLAJE FIBROSO	14	11	2	1
AKIN	13	7	11	5
OSTEOTOMÍA DISTAL	3	1	3	0
OST. DISTAL + AKIN	3	0	3	0
SCARF	8	3	1	1
SCARF + AKIN	6	3	2	1
OSTEOTOMÍA PROXIMAL	3	1	4	0
OST. PROXIMAL + AKIN	3	1	1	1

La mayor frecuencia de recidivas (11 de 14 casos, un 79%) se ha presentado en los pacientes con Weil fijado y corrección de partes blandas del hallux.

La segunda técnica con mayor frecuencia de recidiva ha sido la osteotomía de Akin aislada, con un 54% (7 de 13 casos) si Weil fijado y un 45% (5 de 11 casos) si Weil sin fijar.

C. *CORRECCIÓN DEL PASA*

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	PREVIO		FINAL		PREVIO		FINAL	
<10º	11	19%	15	26%	14	37%	15	39%
10-30º	48	81%	44	74%	24	63%	23	61%
>30º	0		0		0		0	

No se han detectado grandes diferencias de esta variable. En ambos grupos existe una pequeña variación hacia un menor ángulo distal del primer metatarsiano.

D. *CORRECCIÓN DEL ÁNGULO INTERMETATARSIANO*

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	PREVIO		FINAL		PREVIO		FINAL	
<11º	14	24%	22	37%	20	53%	24	63%
11-16º	33	56%	34	58%	12	32%	12	31%
>16º	12	20%	3	5%	6	15%	2	6%

Se detecta relación entre las variables con un nivel de confianza de 95% (P-valor=0.0269). Pero ya se detectaba esta relación en el estadio previo, por lo que no podemos decir que la corrección mejor en el grupo de Weil sin fijar se deba a la cirugía en si.

E. *CORRECCIÓN DE LA SUBLUXACIÓN LATERAL DE LOS SESAMOIDEOS*

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	PREVIO		FINAL		PREVIO		FINAL	
<50%	9	15%	16	27%	12	32%	22	59%
50-75%	23	39%	18	30%	19	50%	9	24%
>75%	27	46%	25	43%	7	18%	7	17%

Sin osteosíntesis existe una mayor tendencia a una mejor corrección (P-valor=0.0068). Pero inicialmente este grupo presentaba unos valores significativamente menos alterados que el grupo de osteosíntesis.

F. *ACORTAMIENTO METATARSAL (MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR EN MILÍMETROS)*

		WEIL FIJADO	WEIL NO FIJADO
M1	INICIAL	63,73±5,11mm [55-80]	63,94±3,77mm [57-72]
	FINAL	62,76±5,34mm [50-80]	62,79±4,44mm [48-70]
	ACORTAMIENTO	N=21 2,81 mm.	N=14 3,29 mm.
M2	INICIAL	78,02±5,56mm [67-95]	77,05±4,30mm [64-85]
	FINAL	72,85±5,57mm [59-88]	72,18±3,95mm [59-78]
	ACORTAMIENTO	N=59 5,37 mm.	N=38 4,87 mm.
M3	INICIAL	74,27±5,29mm [65-90]	73,61±4,05mm [60-80]
	FINAL	70,95±5,71mm [60-84]	69,74±4,26mm [55-76]
	ACORTAMIENTO	N=42 4,81 mm.	N=33 4,54 mm.
M4	INICIAL	70,47±4,76mm [60-85]	69,82±3,56mm [63-76]
	FINAL	69,71±5,15mm [58-85]	67,84±4,65mm [59-76]
	ACORTAMIENTO	N=9 5,22 mm.	N=17 4,41 mm.
M5	INICIAL	65,93±3,90mm [58-75]	65,71±3,75mm [60-74]
	FINAL	65,64±3,95mm [56-75]	65,61±3,80mm [60-74]
	ACORTAMIENTO	N=4 4,5 mm.	N=3 3,33 mm.

Tras las mediciones radiológicas se detectó acortamiento del primer metatarsiano en 21 casos del grupo de Weil fijado y en 14 del grupo sin fijar.

El acortamiento en cada uno de los metatarsianos osteotomizados ha sido menor en todos los casos en el grupo sin osteosíntesis.

4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL CRUCE DE VARIABLES

- *FACTORES QUE PUEDEN INFLUIR EN RESULTADO CLÍNICO*

A. RELACIÓN INDICACIÓN QUIRÚRGICA-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
METATARSALGIA AISLADA	1	0	0	0	100	0	0	0	0	-
METAT + DEFORM. DIGITAL	1	2	1	3	61,12	5	3	1	2	80,00
METAT + H. V.	5	8	5	5	81,61	1	11	2	4	83,13
METAT + H.V.+ DEFORM. DIGITAL	2	11	4	11	65,79	0	5	2	2	72,56

Existen pocos individuos en cada uno de los apartados al cruzar la variable indicación-resultado clínico (excelente, bueno, regular y malo). Los peores resultados en ambos grupos aparecen en los pacientes con un cuadro de insuficiencia del primer radio con deformidad digital en los radios menores.

B. RELACIÓN EDAD-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
< 50 AÑOS	1	3	1	5	56,20	0	4	3	1	69,50
50-65 AÑOS	7	9	5	10	72,97	4	9	2	5	77,20
>65 AÑOS	1	9	4	4	71,89	2	6	0	2	76,30

Ambos grupos presentan peores resultados clínicos en los pacientes menores de 50 años. El subgrupo de pacientes entre los 50 y 65 años ha presentado una media de puntuación AOFAS más elevada que el resto.

C. RELACIÓN EVOLUCIÓN-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
< 3 AÑOS	1	0	3	5	63,45	3	7	1	1	80,50
3-5 AÑOS	3	15	5	9	66,34	2	8	1	5	72,81
>5 AÑOS	5	6	2	5	71,06	1	4	3	2	73,20

En el grupo con osteosíntesis existen mejores resultados a medida que aumenta la evolución. No ocurre lo mismo con los pacientes con Weil sin fijación.

D. RELACIÓN TIPO DE PIE-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
<120º (CAVO)	1	0	2	5	59,86	1	1	2	2	68,17
120-130º (NORMAL)	7	16	7	9	72,97	2	10	3	3	76,00
>130º (PLANO)	1	5	1	5	66,08	3	8	0	3	70,43

Los mejores resultados aparecen en los pies de morfotipo normal, seguidos por aquellos casos de pies planos y por último los definidos como cavos mediante el estudio radiológico y medida del ángulo de Costa-Bartani.

E. RELACIÓN LUXACIÓN METATARSOFALÁNGICA-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
NO LUXACIÓN MTF	9	19	7	14	72,43	6	18	5	6	76,51
LUXACIÓN MTF	0	2	3	5	56,90	0	1	0	2	61,67

En ambos grupos los pacientes con luxación metatarsofalángica presentan peores resultados. A su vez los resultados en los pacientes con osteotomía de Weil son sensiblemente algo mejores.

F. RELACIÓN FINAL HALLUX VALGUS-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
MODERADO <30º	5	11	4	9	71,17	6	13	4	7	75,17
GRAVE 30-40º	4	7	6	7	68,83	0	5	1	0	78,33
SEVERO >40º	0	3	0	3	67,00	0	1	0	1	69,00

A medida que empeora el ángulo de hallux, los resultados clínicos son peores en ambos grupos (consecuencia directa del síndrome de insuficiencia del primer radio).

G. RELACIÓN RECIDIVA HALLUX VALGUS-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
RECIDIVA HV	3	7	7	13	64,43	0	7	2	1	74,60
NO RECIDIVA HV	6	14	3	6	75,34	6	12	3	7	75,61

Aquellos pacientes con recidiva del hallux valgus presentan peores resultados.

H. RELACIÓN FINAL ÁNGULO METATARSOFALÁNGICO-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
LEVE <11º	3	6	4	9	63,55	6	10	3	5	76,92
MODERADO 11-16º	6	13	6	9	74,29	0	8	1	3	73,17
GRAVE >16º	0	2	0	1	64,67	0	1	1	0	69,50

No existe una tendencia en los resultados que nos indique que a menor ángulo intermetatarsiano menor metatarsalgia y mejores resultados, salvo en el grupo de Weil sin osteosíntesis.

I. RELACIÓN FINAL SUBLUXACIÓN SESAMOIDEOS-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
LEVE <50%	2	5	2	7	75,21	6	9	3	4	77,27
MODERADO 50-75%	4	6	2	6	68,67	0	6	1	2	74,00
GRAVE >75%	3	10	6	6	73,16	0	4	1	2	71,00

Igualmente en el grupo sin osteosíntesis, aparecen mejores resultados cuanto menor es la subluxación de los sesamoideos.

J. RELACIÓN INTERVENCIÓN PRIMER RADIO-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
NADA	2	1	1	2	69,50	5	3	1	2	80,00
EX + CF	0	3	5	6	63,78	0	1	1	0	77,00
AKIN	4	4	1	4	75,85	0	6	3	2	70,91
OSTEOT. DISTAL	0	0	2	1	64,00	0	2	0	1	77,67
OST. DISTAL + AK	1	1	0	1	72,67	1	2	0	0	84,33
SCARF	2	5	0	10	73,16	0	1	0	0	83,00
SCARF + AKIN	0	3	1	2	69,83	0	1	0	1	71,50
OSTEOT. PROX	0	1	0	2	59,33	0	2	0	2	65,00
OST. PROX. + AK	0	3	0	0	76,67	0	1	0	0	77,00

Existen pocos pacientes en cada cruce de variables. Las cirugías asociadas más frecuentes y con aparentes mejores resultados son la osteotomía de Akin aislada en el grupo con osteosíntesis y la abstención de corrección del hallux en el grupo sin osteosíntesis.

K. RELACIÓN METATARSIANOS OPERADOS-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
UNO	4	5	4	3	73,94	2	4	0	0	84,75
DOS	5	13	5	9	67,39	4	8	4	4	70,13
MÁS DE DOS	0	3	1	7	49,78	0	7	1	4	65,76

En ambos grupos a medida que son operados más metatarsianos, los resultados clínicos decrecen.

L. RELACIÓN SATISFACCIÓN GLOBAL-RESULTADO CLÍNICO:

	WEIL FIJADO					WEIL NO FIJADO				
N	59					38				
	E	B	R	M	MEDIA	E	B	R	M	MEDIA
EXCELENTE	5	9	1	0	84,40	5	7	0	1	85,77
BUENO	4	8	7	8	71,33	1	9	3	4	71,47
REGULAR	0	2	1	7	56,90	0	2	2	0	71,00
MALO	0	2	1	4	51,00	0	1	0	3	62,25

Parece existir una correlación directa entre los resultados de la escala de AOFAS y la opinión manifestada por el paciente.

- *<u>FACTORES QUE PUEDEN INFLUIR EN LA PERSISTENCIA DE METATARSALGIA RECURRENTE EN RADIOS MENORES</u>*

A. RELACIÓN ACORTAMIENTO DE M1-METATARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
ACORTAMIENTO M1	13	22%	9	16%	8	21%	7	18%
NO ACORTAMIENTO M1	16	27%	21	35%	7	18%	16	43%

La presencia de metatarsalgia recurrente en independiente del acortamiento del primer metatarsiano (P-valor= 0.9075). Las diferencias entre los dos grupos no son significativas.

B. RELACIÓN FINAL HALLUX VALGUS-METATARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
MODERADO <30º	15	25%	14	24%	12	31%	18	48%
GRAVE 30-40º	10	17%	14	24%	2	6%	4	11%
SEVERO >40º	4	7%	2	3%	1	3%	1	3%

No existe relación de dependencia entre el hallux valgus final y la presencia de metatarsalgia recurrente en ambos grupos (P-valor=0.1193)

C. RELACIÓN FINAL ÁNGULO INTERMETATARSIANO-METATARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
LEVE <11º	14	24%	8	14%	8	14%	16	28%
MODERADO 11-16º	12	19%	22	37%	6	11%	6	11%
GRAVE >16º	3	6%	0		1	3%	1	3%

No existe relación entre metat. recurrente y ángulo Intermetat. (P-valor=0.8981)

D. RELACIÓN SUBLUXACIÓN SESAMOIDEOS-METATARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
LEVE <50%	10	16%	6	11%	8	21%	14	36%
MODERADO 50-75%	6	11%	12	20%	3	8%	6	16%
GRAVE >75%	13	22%	12	20%	4	11%	3	8%

No existe relación entre la subluxación de los sesamoideos y la metatarsalgia recurrente en ambos grupos (P-valor=0.3007).

E. RELACIÓN EVOLUCIÓN-METATARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
< 3 AÑOS	5	9%	4	7%	3	8%	9	23%
3-5 AÑOS	16	27%	16	26%	8	21%	12	31%
>5 AÑOS	8	14%	10	17%	4	11%	2	6%

No existe relación entre las variables (P-valor=1.0000). Las diferencias no son significativas.

F. RELACIÓN EDAD METARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
< 50 AÑOS	6	11%	4	7%	5	13%	3	8%
50-65 AÑOS	15	25%	16	26%	8	21%	12	31%
>65 AÑOS	8	14%	10	17%	2	6%	8	21%

No existe relación ente las variables en ambos grupos (P-valor=0.5855).

G. RELACIÓN MOVILIDAD MTF-METATARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
	METATAR-SALGIA	NO METATAR-SALGIA	METATAR-SALGIA	NO METATAR-SALGIA
NORMAL O DISMINUCIÓN LIGERA (>75º)	5 9%	7 12%	4 11%	6 16%
DISMINUCIÓN MODERADA (30-74º)	23 39%	21 34%	9 23%	14 36%
DISMINUCIÓN IMPORTANTE (<30º)	1 2%	2 4%	2 6%	3 8%

No parece existir relación entre movilidad y metatarsalgia en ambos grupos de cirugía.

H. RELACIÓN TIPO DE PIE-METATARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
	METATAR-SALGIA	NO METATAR-SALGIA	METATAR-SALGIA	NO METATAR-SALGIA
<120º (CAVO)	6 11%	2 4%	2 6%	4 11%
120-130º (NORMAL)	19 30%	20 32%	9 23%	9 23%
>130º (PLANO)	4 7%	8 15%	4 11%	10 26%

No parece existir relación entre el tipo de pie y la incidencia de metatatarsalgia.

I. RELACIÓN LUXACIÓN MTF-METATARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO		WEIL NO FIJADO	
N	59		38	
	METATAR-SALGIA	NO METATAR-SALGIA	METATAR-SALGIA	NO METATAR-SALGIA
ESTABLE	22 37%	27 46%	14 36%	21 55%
INESTABLE O LUXABLE	7 12%	3 5%	1 3%	2 6%

Las variables metatarsalgia y estabilidad son independientes (P-valor=0.2308).

J. RELACIÓN ACORTAMIENTO-METATARSALGIA RECURRENTE:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
≤3 MM.	5	9%	6	11%	6	16%	8	21%
4-5 MM	12	20%	13	22%	3	8%	5	13%
≥6 MM.	12	20%	11	18%	6	16%	10	26%

La variable acortamiento es independiente de la aparición de metatarsalgia recurrente en ambos grupos (P-valor=0.2290).

- *FACTORES QUE PUEDEN INFLUIR EN LA APARICIÓN DE METATARSALGIA DE TRANSFERENCIA EN RADIOS MENORES*

A. RELACIÓN ACORTAMIENTO DE M1-METATARSALGIA DE TRANSFERENCIA:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
ACORTAMIENTO M1	9	16%	13	22%	1	3%	14	36%
NO ACORTAMIENTO M1	12	20%	25	42%	6	17%	17	44%

El acortamiento de M1 es independiente de la metatarsalgia de transferencia en ambos grupos (P-valor=0.1914).

B. RELACIÓN EVOLUCIÓN-METATARSALGIA DE TRANSFERENCIA:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
< 3 AÑOS	4	6%	5	9%	0		12	31%
3-5 AÑOS	13	22%	19	33%	6	17%	14	36%
>5 AÑOS	4	6%	14	24%	1	3%	5	13%

No existe relación entre la evolución y la metatarsalgia de transferencia en ambos grupos (P-valor=0.6726)

C. RELACIÓN EDAD METARSALGIA DE TRANSFERENCIA:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
< 50 AÑOS	2	3%	8	14%	1	3%	7	18%
50-65 AÑOS	12	20%	19	33%	2	6%	18	47%
>65 AÑOS	7	12%	11	18%	4	11%	6	15%

Tras el estudio estadístico no se detecta relación entre las variables (P-valor= 0.3744)

D. RELACIÓN MOVILIDAD MTF-METATARSALGIA DE TRANSFERENCIA:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
NORMAL O DISMINUCIÓN LIGERA (>75º)	3	5%	9	16%	2	6%	8	24%
DISMINUCIÓN MODERADA (30-74º)	17	28%	27	46%	4	11%	19	50%
DISMINUCIÓN IMPORTANTE (<30º)	1	2%	2	3%	1	3%	4	11%

No parece existir relación entre las variables.

E. RELACIÓN LUXACIÓN MTF-METATARSALGIA DE TRANSFERENCIA:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
ESTABLE	19	33%	30	50%	6	16%	29	75%
INESTABLE O LUXABLE	2	3%	8	14%	1	3%	2	6%

No existe relación estadística entre las variables (P-valor=1.0000).

F. RELACIÓN ACORTAMIENTO-METATARSALGIA DE TRANSFERENCIA:

	WEIL FIJADO				WEIL NO FIJADO			
N	59				38			
	METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA		METATAR-SALGIA		NO METATAR-SALGIA	
≤3 MM.	5	9%	6	11%	2	6%	12	31%
4-5 MM	7	12%	18	30%	1	3%	7	18%
≥6 MM.	9	15%	14	23%	4	11%	12	31%

No se detecta relación entre las variables (P-valor=0.7396).

- *FACTORES QUE PUEDEN INFLUIR EN LA APARICIÓN DE RIGIDEZ METATARSOFALÁNGICA*

A. RELACIÓN METATARSIANOS OPERADOS-RIGIDEZ METATARSOFALÁNGICA:

	WEIL FIJADO						WEIL NO FIJADO					
N	59						38					
	MOVILIDAD NORMAL (>75º)		DISMINUC. MODERADA (30º-74º)		DISMINUC IMPORT. (<30º)		MOVIL. NORMAL (>75º)		DISMIN. MODER. (30º-74º)		DISMIN. IMPORT. (<30º)	
UNO	6	11%	12	19%	0		3	8%	1	3%	0	
DOS	6	11%	27	45%	2	3%	3	8%	11	28%	3	8%
MÁS DE DOS	0		5	9%	1	2%	4	11%	11	28%	2	6%

No parece existir relación entre el número de metatarsianos operados y la rigidez metatarsofalángica.

B. RELACIÓN ACORTAMIENTO-RIGIDEZ METATARSOFALÁNGICA:

	WEIL FIJADO						WEIL NO FIJADO					
N	59						38					
	MOVILIDAD NORMAL (>75º)		DISMINUC. MODERADA (30º-74º)		DISMINUC IMPORT. (<30º)		MOVIL. NORMAL (>75º)		DISMIN. MODER. (30º-74º)		DISMIN. IMPORT. (<30º)	
≤3 MM.	1	2%	10	16%	0		3	8%	9	21%	2	6%
4-5 MM	8	13%	16	26%	12	20%	3	8%	4	11%	1	3%
≥6 MM.	3	5%	18	30%	23	38%	4	11%	10	26%	2	6%

No existe relación acortamiento-rigidez en ninguno de los dos grupos (p-valor=09497).

5. DISCUSIÓN

5.1 DISCUSIÓN DEL MÉTODO

5.1.1 Selección de la muestra:

La selección de los pacientes de este estudio se ha realizado minuciosamente con la idea de obtener unos resultados que nos ayuden a decidir que técnica quirúrgica es la indicada ante los pacientes afectos de metatarsalgia mecánica.

Se ha seguido escrupulosamente los criterios de inclusión y exclusión definidos antes del estudio, eliminando del mismo a 46 pacientes que no cumplían estos requisitos.

Por este motivo, aunque esta serie no es la más numerosa de las publicadas previamente, puedo afirmar que es la que define con mayor claridad las características de los pacientes, que se pueden resumir en:

- Metatarsalgia mecánica.
- Osteotomía de Weil, no percutánea, con o sin osteosíntesis.
- Sin acontecimientos previos en dicho pie (fracturas o intervenciones).
- La corrección del hallux valgus se ha realizado al unísono mediante cualquier técnica quirúrgica exceptuando la artroplastia de Keller-Brandes-Lelièvre, la cual es una de las técnicas más acusadas de producir metatarsalgia de transferencia a los radios vecinos[66].

La serie más extensa corresponde a Galeote-Rodríguez[58] con 117 casos, pero en 36 de ellos (30%) existían procedimientos quirúrgicos previos (4 pacientes con artroplastia de Keller-Brandes-Lelièvre, 7 con técnica de McBride, 15 con osteotomías diversas y 10 con cirugía percutánea) por lo que los resultados no pueden ser equiparables.

Además en dicha serie se realizaron osteotomías de Weil en 39 casos, un tercio del total, junto a la artroplastia de Keller-Brandes-Lelièvre.

Todos los estudios clínicos han sido realizados por el autor en consulta siguiendo el protocolo de recogida de datos. La evaluación clínica se realizaba antes del estudio radiológico y en hoja aparte para no conocer si el paciente presentaba osteotomía fijada o sin fijar. Con ello se ha pretendido eliminar un posible sesgo de información.

Quiero con esto decir que no me he decantado previamente por ninguna de las dos técnicas y he tomado los datos, los he analizado y he sacado las conclusiones oportunas cual fiel fedatario.

5.1.2 Valoración clínica:

El resultado clínico se ha valorado siguiendo la escala propuesta por Kitaoka et al[26]. Ha sido adoptada por la AOFAS como herramienta de medición clínica y por ello, su uso es muy común en publicaciones médicas europeas y norteamericanas.

Por ello, he elegido esta escala clínica con la idea de facilitar la comparación de los resultados obtenidos con los de otras series publicadas de pacientes intervenidos de metatarsalgia mediante la osteotomía de Weil.

Esta escala, como la mayoría, adolece de otorgar puntuación a datos subjetivos proporcionados por el paciente. En este caso en concreto la mitad son subjetivos y la otra mitad son datos objetivos proporcionados por el investigador tras la exploración física.

No hay que olvidar que el dolor y la funcionalidad, son difíciles de cuantificar y que en la respuesta otorgada por el paciente influyen múltiples factores (tolerancia al dolor, tiempo transcurrido desde la intervención, estado de ánimo del paciente, grado de empatía con su cirujano, etc.) que no se suelen tener en cuenta en el momento de la entrevista clínica.

Galeote-Rodríguez[58] en su serie de 117 casos de osteotomías de Weil fijadas tiene en cuenta el carácter propio del paciente y realiza una clasificación en distintos perfiles:

- Positivo.
- Normal.
- Depresivo.
- Estético.
- Demandante.

Según esta clasificación, la metatarsalgia persiste tras la intervención en el 75% de los pacientes depresivos, en el 41% de los pacientes normales y en el 25% de los catalogados como positivos.

En cuanto a los datos objetivos (movilidad articular, deformidad, queratosis, etc.) parece fiable solo cuando la exploración la realiza un mismo observador mediante un protocolo prefijado[67].

Kitaoka et al[26]reconocen la dificultad para aplicar estas escalas a pacientes con patología añadida en rodilla o cadera ipsilateral, sobretodo en cuanto a la cuantificación de la limitación funcional que provoca.

Estos autores recomiendan no solo dar el resultado numérico global, sino también el total de cada uno de los apartados (dolor, función y alineamiento). Así mismo es recomendable incluir otros aspectos clínicos no incluidos en la escala como:

- Satisfacción del paciente.
- Retorno a la actividad habitual.
- Capacidad para la bipedestación, marcha y carrera (en jóvenes).
- Presencia de inflamación o edema residual.
- Existencia de neuropatías periféricas y sus signos clínicos: Déficit sensitivo, atrofia muscular, fuerza de la musculatura, parestesias, etc.

Espinar-Salom[68]concluye que los datos extraídos de esta escala deben interpretarse con sumo cuidado y que lo idóneo sería valorar pre y postoperatoriamente a los pacientes.

Galeote-Rodríguez[58] utiliza una escala propia y otorga puntos (0-100) a los siguientes apartados:

- Persistencia de la metatarsalgia (0-15)
- Alineación de dedos (0-15)
- Deformidad del antepié (0-15)
- Transferencia de la metatarsalgia (0-15)
- Presencia de complicaciones precoces (0-10)
- Presencia de complicaciones tardías (0-10)
- Reintervenciones (0-10)
- Grado de satisfacción (0-10)

Con esta escala, intenta reducir el peso de los datos subjetivos y aumentar el de los objetivos, pero creo que otorga puntos por aspectos si objetivables pero no tan importantes.

Es criticable esta escala en el sentido de que alguna complicación puede corregirse con una reintervención y no hay por que penalizar el recurrir a ella.

Igualmente la aparición de complicaciones precoces (dolor, hemorragia, dehiscencia, infección, etc.) pueden ser tratadas sin dejar ninguna secuela, por lo que no creo indicado el penalizar por un suceso muchas veces autolimitado.

Por último puntúa la satisfacción subjetiva del paciente con 10 puntos, cuando como hemos visto antes, su opinión está influenciada por múltiples factores paramédicos.

Por tanto no existe la escala óptima y todas pueden ser criticables en alguno de sus apartados. Lo importante es realizarla siempre por el mismo investigador y con el mismo método o protocolo.

5.1.3 Valoración radiológica:

Como estudio radiológico prequirúrgico (proyección dorsoplantar y lateral en carga del pie afecto) se tomó aquel presente en el historial clínico, con fecha más cercana a la intervención y con la suficiente calidad visual como para realizar todas las medidas radiológicas previas. Por ello, hubo que eliminar del estudio a pacientes por el simple hecho de no poder obtener todos y cada uno de los datos radiológicos iniciales.

En relación a la medición del acortamiento metatarsal obtenido con la intervención, he modificado el método de medida. En nuestra serie previa[45], la medida del acortamiento se realizaba mediante la diferencia de longitud desde el extremo distal del metatarsiano hasta un arco de circunferencia de centro la base del segundo metatarsiano y de radio hasta el extremo distal del primer metatarsiano. No se tuvo en cuenta en dicha serie, que la longitud de ese radio se modifica al realizar la corrección del hallux valgus mediante las distintas osteotomías.

De hecho en la presente serie se observa acortamiento de la longitud del primer metatarsiano en 37 casos, más de un tercio del total.

Debido a esto, he optado por medir la longitud en milímetros de todos los metatarsianos en la proyección dorsoplantar en carga. Con la idea de que el acortamiento fuese la diferencia de longitud entre el pre y postoperatorio, se requirió al equipo de técnicos de radiología para que la realización de dicho estudio fuera siempre con las mismas condiciones en cuanto a la distancia tubo de rayos-paciente, angulación y placa de revelado.

Otros autores miden el acortamiento producido con métodos diversos. O´Kane y Kilmartin[42] utilizan como referencia una línea recta entre la cabeza del primer y cuarto metatarsiano. En cambio, Ruiz-Ibán et al[43] toman como referente la longitud del quinto.

Por tanto estas mediciones son irreales en aquellos casos en los que se modifica la longitud del punto de referencia.

Otra medición que me interesaba era el alineamiento frontal en carga tras el estudio mediante la proyección de Roig-Puerta. Con ella pretendía establecer una relación directa entre la existencia de un desequilibrio del apoyo frontal en carga medido en milímetros de ascenso o descenso con la presencia de metatarsalgia-hiperqueratosis plantar de segundo rocker.

Pero la calidad técnica de estos estudios ha sido muy variable y ha impedido realizar una valoración objetiva en la mayoría de los casos, por lo que no ha sido finalmente recogida en esta serie. Dos han sido las causas fundamentales de este "caos" radiológico:

- Mala ejecución técnica: en muchas ocasiones se ha realizado una proyección axial de los sesamoideos.
- Posición de los pacientes: en muchas ocasiones los pacientes, generalmente ancianos, no han sido capaces de mantener la postura en el momento de la realización de la radiografía.

Desde hace unos años se vienen realizando distintos estudios baropodométricos de la osteotomía de Weil. Por ejemplo, Lau et al[69] comprueban que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las cargas soportadas por los metatarsianos tras la realización de la osteotomía de Weil clásica (lo más paralela al suelo) y la oblicua a 30º, ambas con un retroceso de 5 milímetros.

Pero todavía no tenemos ninguna herramienta que nos indique cuanto debemos ascender o descender la cabeza metatarsiana para reequilibrar las cargas del apoyo metatarsal en las distintas fases de la marcha humana. Dreeben et al[70] realizaron osteotomías de ascenso metatarsal mediante exéresis de cuña dorsal en 45 pies y compararon con los pies contralaterales. Se hizo posteriormente un estudio radiológico y baropodográfico. Se obtuvo un ascenso medio de 4,5 milímetros en la altura de las cabezas metatarsales. Si el ascenso era menor de los 3,5 milímetros persistía la metatarsalgia y si era mayor de 4,5 milímetros, el 75% de los casos presentaban metatarsalgia de transferencia. Los autores concluyen que no es posible predecir cual es

la elevación precisa de la cabeza metatarsal que debemos realizar con la cirugía para disminuir la presión bajo dicha cabeza, de forma que no se altere el equilibrio metatarsal global.

5.1.4 Técnica quirúrgica:

Todos los datos de la técnica quirúrgica de cada uno de los casos se han tomado del protocolo quirúrgico escrito por el cirujano o ayudante. A veces ha sido necesario revisar anotaciones de la evolución clínica o los estudios radiológicos para sacar todos los datos requeridos, ya que frecuentemente el protocolo quirúrgico menciona osteotomía de Weil sin especificar si es fijada o no.

No voy a entrar a describir nuevamente los pasos de la técnica quirúrgica, pero si voy a puntualizar algunos aspectos de la planificación y de la ejecución.

No se describe en el protocolo quirúrgico si se realiza una variante de la osteotomía de Weil, ya sea eliminar una lámina, cuña o triple osteotomía para además de acortar, ascender la cabeza metatarsal.

El cirujano ha sido el encargado de elegir, según preferencia personal, la técnica a realizar. Dicho de otro modo, no se ha usado una u otra dependiendo de la gravedad del cuadro clínico. Está claro que lo idóneo hubiese sido realizar un estudio aleatorizado prospectivo mediante el cual se eliminara el posible sesgo de indicación dirigida de la técnica quirúrgica.

La gran mayoría de las osteotomías se han realizado sin haber planificado previamente cuantos milímetros es necesario acortar en cada metatarsiano según la fórmula de Maestro[29]. Es decir el acortamiento, cuando se ha fijado con un minitornillo, ha sido aquel que proporciona intraoperatoriamente una relajación de la articulación metatarsofalángica y desaparición o mejora de la deformidad digital, manteniendo una cierta armonía en la parábola metatarsal y una fórmula cercana al index plus-minus.

Existen por tanto autores que se basan en la fórmula de Maestro[29] como modelo a seguir y otros que acortan los metatarsianos de forma armónica pero no milimetrada.

¿Qué postura es la correcta?

¿Cuál presenta mejores resultados?

Jarde et al[46] en su serie de 70 casos con evolución mayor del año, en los que realizó las osteotomías fijadas según el plan de Maestro[29], obtuvo un 28% de excelentes y un 38% de buenos resultados sin especificar el valor medio AOFAS de dicha serie.

Beech et al[71] presentan una serie de 51 casos con una evolución de 1,5 años. Dividen a los pacientes en osteotomías de Weil profilácticas (sin metatarsalgia pero con el primer metatarsiano más corto que el tercero) y puras (pacientes con metatarsalgia). Presentan respectivamente un valor AOFAS medio de 90 y 80 puntos.

En nuestra serie previa[45] de 48 pacientes se obtuvo una puntuación de 81,1 puntos AOFAS, con 22% y 40% de resultados excelentes y buenos.

Galeote-Rodríguez[58] presenta la serie más extensa y estudia la línea de Maestro[29]antes y después de la cirugía. Concluye que no tiene relación ni con la intensidad de la metatarsalgia ni con la puntuación postoperatoria.

Por tanto, hasta ahora, no existe evidencia al respecto de que planificar el acortamiento presente mejores resultados. Es preciso un único estudio que compare ambos métodos de trabajo. Lamentablemente, si este estudio se hiciera, casi con seguridad, no ofrecería unos resultados del todo concluyentes, ya que no se tiene en cuenta el otro factor a tener en cuenta, el alineamiento frontal en carga.

Feibel et al[72] realizan un estudio biomecánico de la metatarsalgia y concluyen que en la actualidad no existe ningún procedimiento reproducible que nos asista en la determinación de que configuración anatómica es a la que realmente debemos llegar con la cirugía y esté libre de efectos adversos biomecánicos.

En el futuro sería interesante poseer un método diagnóstico que nos indique cual es el alineamiento horizontal y frontal que requieren nuestros pacientes afectos de metatarsalgia mecánica.

Existen distintos autores que realizan modificaciones de la osteotomía de Weil para adelantarse a sus resultados clínicos. Melamed et al[49], en un estudio sobre modelos óseos concluyen que al eliminar una lámina o una cuña de base dorsal, al realizar el acortamiento, se evita el descenso de la cabeza metatarsal. Estos autores recomiendan realizar estas osteotomías si se desea un gran acortamiento (> de 5 milímetros).

Kennedy y Deland[73] se decantan por otro tipo de osteotomía (oblicua diafisaria larga fijada con cerclajes metálicos) con la intención de mejorar los resultados de las distintas series de osteotomía de Weil. Presentan una serie de 32 pacientes (42 osteotomías) con alivio de la metatarsalgia en el 97% de los casos y una puntuación media AOFAS de 82,4 puntos.

Refieren que con esta nueva osteotomía se controla mejor intraoperatoriamente el alineamiento horizontal y el frontal, ya que realizan una fijación provisional y

chequean mediante palpación la longitud y la altura de las cabezas metatarsianas para ver si es preciso modificarla mediante ascenso o descenso del fragmento distal.

El problema que presentan es que la consolidación radiológica ocurre a las 10 semanas de media, más del doble de tiempo necesario tras las osteotomías de Weil[74].

Grimes y Coughlin[75] mediante análisis geométrico tras osteotomías en huesos de cadáveres concluyen que antes de realizar la osteotomía de Weil es necesario medir el ángulo de ataque metatarsal. El retroceso de 5 milímetros de la cabeza metatarsal tras la osteotomía de Weil con un ángulo de 25º respecto de la horizontal, conlleva un desplazamiento plantar si el ángulo de ataque es ≤19º y en cambio produce un ascenso si dicho ángulo es ≥25º.

Por ello recomiendan el uso de una sierra de 1 milímetro de espesor para la mayoría de las osteotomías y de 2 milímetros de espesor cuando se requiere un retroceso de más de 5 milímetros o cuando el metatarsiano presente un ángulo de ataque menor o igual a 19º.

Por su parte Loya et al[76], mediante un análisis geométrico y matemático de las osteotomías metatarsales proximales definen distintas formulas matemáticas útiles en la determinación de los cambios de longitud, altura y ángulo de ataque tras la exéresis de un cilindro óseo de la metáfisis proximal.El asunto en cuestión no es saber cuanto se acorta o asciende cuando realizamos tal osteotomía, sino determinar cual es la situación a la que queremos llegar para corregir una metatarsalgia, reequilibrando los apoyos de los distintos metatarsianos en las distintas fases de la marcha.

5.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.2.1 Datos de la muestra

La metatarsalgia, aislada o asociada a deformidades, es un auténtico problema de salud pública que afecta a la sociedad occidental, y dentro de ella al género femenino[58]. Esta serie no es una excepción, con un 96% global de mujeres.

La edad media de nuestros pacientes se sitúa en los 58 años, y en ambos grupos, el 53% de los pacientes se encuentra en el intervalo de edades comprendido entre los 50 y 65 años. Todas las series publicadas presentan una edad media por encima de los 50 años, siendo 53 años la menor de ellas[71]. Esta serie también tiene la peculiaridad de poseer un 20% de pacientes varones.

Los datos anteriores concuerdan con la cronogenia de la metatarsalgia mecánica, debida en la mayoría de los casos a un síndrome de insuficiencia del primer radio que aparece en mujeres a partir de la edad media.

La serie que describo es la segunda con mayor seguimiento medio (4 años), siendo la de Hofstaetter et al[48] la primera, con una evolución de 7 años.

A la vista de los múltiples estudios al respecto, parece fácil conseguir inicialmente la corrección de la deformidad o la desaparición de la metatarsalgia. Lo verdaderamente difícil es que este resultado resista al paso del tiempo.

Sería de esperar que los resultados empeoraran con el tiempo, debido a la recidiva de las deformidades, envejecimiento tisular y pérdida paulatina de condiciones físicas de los pacientes. En cambio para Hofstaetter et al[48], los resultados de sus 25 casos (serie más bien pequeña) son mejores a los 7 años que al año de la intervención. No explica porque ocurre esto, pero si menciona que esta mejora no se presenta en ningún paciente operado mediante la artroplastia de Keller-Brandes-Lelièvre y cuando se realiza un inadecuado acortamiento metatarsal.

Parece más lógico los resultados de la serie de 117 casos de Galeote-Rodríguez[58], en la que al comparar los resultados entre aquellos casos con seguimiento menor o mayor del año, existe un deterioro de los resultados en cuanto al grado de satisfacción y en cuanto a la frecuencia de luxaciones metatarsofalángicas a medida que aumenta el seguimiento.

5.2.2 Datos clínico-radiológicos y cruce de variables

A. Resultados globales.

En la presente serie se han obtenido unos datos globales satisfactorios tras ambas técnicas quirúrgicas. El valor medio de la escala LMIS de Kitaoka et al[26] es de 69,80±19,00 puntos para los casos con Weil fijado y de 75,34±12,96 puntos en los que no se usó osteosíntesis. Esta diferencia no es estadísticamente significativa. El porcentaje de buenos resultados es del 51% para el grupo fijado y del 66% para el no fijado.

Nuestros datos, por lo general, son inferiores al resto de series publicadas anteriormente. Por ejemplo Jarde et al[46] obtienen un 66% de buenos resultados en 70 pies intervenidos y 186 osteotomías de Weil fijadas, pero no define en su estudio el valor a partir del cual se considera buen resultado.

Las series con menor número de pacientes son las que aportan valores medios más altos, como por ejemplo, Vandeputte et al[47] con un valor medio de 81 puntos AOFAS y 86% de buenos resultados de sus 32 pacientes y 59 osteotomías. O´Kane y Kilmartin[42] obtuvieron un valor medio de 89 puntos en sus 17 pacientes (20 pies), con una ganancia media de 44 puntos respecto del inicial.

Es decir, en nuestro hospital, los resultados de las osteotomías de Weil no fijadas se acercan a los resultados de las grandes series de osteotomías fijadas y son mucho peores si se comparan con los estudios que presentan menor número de casos.

El 71% y 79% de los pacientes de ambas series están satisfechos con la cirugía, no encontrándose diferencias significativas entre las dos técnicas quirúrgicas. El 25% y 34% de los mismos se volvería a operar si se repitiera el dolor metatarsal.

Al igual que en la serie de Jarde et al[46] no se puede establecer una relación directa de la forma de la bóveda plantar con el resultado clínico final.

El resultado clínico final es peor en aquellos pacientes con luxación de alguna de las articulaciones metatarsofalángicas. En nuestra serie existe al menos alguna luxación metatarsofalángica en el 17% de los pacientes tras Weil fijado y en el 8% tras Weil no fijado, pero los pacientes del primer grupo presentaban una frecuencia mucho mayor de luxación prequirúrgica (un 29% frente al 18% del grupo sin fijación). Hofstaetter et al[48] encuentran que la frecuencia de reluxación metatarsofalángica aumenta a lo largo del seguimiento.

B. Indicación quirúrgica.

En ambos grupos los resultados clínicos valorados mediante la escala LMIS de Kitaoka et al[26] son menores a medida que el cuadro de insuficiencia del primer radio está más evolucionado (hallux valgus con Metatarsalgia en radios menores y deformidades digitales en éstos). Este mismo resultado lo indica Galeote-Rodríguez[58], con una menor puntuación, valorada con una escala propia, de aquellos pacientes con hallux valgus y deformidad múltiple de los dedos.

C. Control del dolor.

El 63% de los pacientes con Weil fijado y el 77% de los no fijados han referido presentar un dolor inexistente o mínimo tras la intervención. Esta diferencia porcentual es importante pero no significativa. No puede afirmarse que sea debido al efecto de la distinta cirugía ya que inicialmente el grupo de Weil fijado presentaba más casos dolorosos, un 87% frente al 79% del grupo sin fijación. Jarde et al[46] comunica un 77% de pacientes sin dolor en su serie de 70 casos.

D. Mejoría de la limitación funcional.

En el momento de la evaluación final, el 94% de los pacientes con Weil fijado y no fijado manifestaron no presentar limitación o ser ocasional. Jarde et al[46] presenta unos resultados algo menores (83%) a los encontrados en este estudio.

E. Movilidad metatarsofalángica.

En ambos grupos es más frecuente la disminución de la movilidad. Solo en 12 pacientes (20 % de total) y 10 (26%) pacientes respectivamente no existe afectación del rango articular. Estos datos confirman los aportados por otros autores, con frecuente rigidez postquirúrgica en todas las series, de carácter grave hasta en el 20% de los casos[46]. Ruiz-Ibán et al[43] refiere que esta incidencia tan alta puede en parte deberse a tender a incisiones cortas, con maniobras de separación agresivas, que producen lesiones de las partes blandas y tendencia a la cicatrización hipertrófica.

Actualmente se están estudiando nuevas osteotomías metatarsales con preservación del cartílago articular con la idea de disminuir esta alta incidencia de rigidez metatarsofalángica[77-79].

F. Complicaciones.

Existe una frecuencia algo mayor de infecciones precoces superficiales que podría explicarse por el mayor tiempo quirúrgico necesario para la implantación de los tornillos en la osteotomía de Weil.

Entre las complicaciones tardías destacan por su frecuencia e importancia tres especialmente, que son la metatarsalgia recurrente, la metatarsalgia de transferencia y la deformidad en extensus o dedo flotante, las cuales son en ocasiones de obligada corrección mediante una reintervención.

La *metatarsalgia recurrente* aparece en 29 de los 59 pies con Weil fijado (un 50%) y en 15 de los 39 casos con Weil sin fijar (39%). Hay que decir que la intensidad del cuadro doloroso es menor en casi la totalidad de los casos y se ha tratado de forma ortopédica salvo en dos pacientes con Weil fijado y uno con Weil sin fijar, que hubo que reintervenir para aliviar dicho cuadro.

En otros estudios anteriores, la metatarsalgia recurrente aparece con una menor frecuencia general en las series de Weil fijado (37% para Galeote-Rodríguez[58] y 26% de Jarde et al[46]). Esta gran diferencia se podría deber a lo siguiente. En el presente estudio se ha ido palpando una a una cada una de las articulaciones metatarsofalángicas y al paciente se le preguntaba si sentía dolor con ello. Esto hace que cualquier pequeña molestia se haya anotado como metatarsalgia recurrente, aumentando su frecuencia en demasía, que contrasta con el apartado dolor de la escala AOFAS en el cual el 37% de los pacientes con Weil fijado y el 24% de no fijados han manifestado presentar dolor a diario o intenso. Estos valores ya si, son similares a los expresados en series anteriores.

Si se comparan los resultados con las series previas de Weil sin fijar, obtenemos mejores resultados que Idusuyi y Kitaoka[80]. En su serie de 23 pacientes con diez años de evolución media se presentó dolor metatarsal en la mitad de los mismos y uso de material ortopédico en casi la totalidad.

En nuestra serie previa[45] de 48 pacientes de Weil fijado y 48 sin fijación obtuvimos unos porcentajes de metatarsalgia recurrente menores (12% y 18% respectivamente). En este estudio estos porcentajes reflejan lo que los pacientes afirmaban tras la entrevista clínica, es decir, no son los resultados de la exploración metódica y protocolizada del presente estudio.

Esta recidiva de la metatarsalgia suele ser bien tolerada con el uso de plantillas de descarga, usadas en 18 casos de Weil fijado (31% del total) y en 16 casos sin fijación (42%).

No se ha podido establecer relación directa entre distintas variables clínicas (edad, evolución, movilidad metatarsofalángica, tipo de pie, presencia de luxación metatarsofalángica) o radiológicas (mediciones típicas del hallux, acortamiento del primer metatarsiano con la aparición más frecuente de la metatarsalgia recurrente. Larraínzar et al[81], en cambio si detectaron como factor favorecedor de la metatarsalgia el aumento del ángulo intermetatarsal tras el análisis de simulación por elementos finitos del segundo rocker de la marcha.

La *metatarsalgia de transferencia* aparece en 21 casos de Weil fijado (35%) y en 7 de los no fijados (18%). Casi todos los pacientes han sido tratados de forma conservadora excepto dos pacientes con Weil fijado que se reintervinieron para reequilibrar el apoyo metatarsal mediante nuevas osteotomías de Weil en los radios vecinos. También a dos pacientes reintervino Galeote-Rodríguez[58]. Éste recomienda que se haga pasado el año, ya que los pies sometidos a múltiples osteotomías tardan a veces mucho tiempo en alcanzar una situación estable.

Los estudios previos aportan datos muy distintos en cuanto a la frecuencia de esta complicación. Trnka et al[82] no presentan ningún caso en su serie de 31 pacientes y 60 osteotomías de Weil para tratar pies con luxaciones de alguna de las articulaciones metatarsofalángicas de los radios menores. En nuestra serie previa[45] apareció metatarsalgia por transferencia en el 15% de los pacientes con Weil fijado y en el 6% del grupo no sintetizado. Ruiz-Iban et al[43] encuentran siete casos en 42 pacientes (16%).

Al igual que en la aparición de la metatarsalgia recurrente, no se ha podido establecer ningún factor favorecedor o causal de la metatarsalgia de transferencia.

La *deformidad en extensus o dedo flotante* aparece en 25 casos (42%) tras la osteotomía de Weil fijada y en 12 casos (32%) sin fijación. En otras series esta complicación se presenta con una incidencia similar. Por ejemplo Gibbard[83] registra un 36% de dedos flotantes. Migues et al[84] presentan esta complicación en 38 de sus 70 casos (un 54%) y lo explican al realizar la osteotomía de Weil combinada con artrodesis de la interfalángica del dedo en cuestión, por lo que recomiendan evitar esta última. Esta deformidad es el grado máximo de la rigidez articular, en la cual el pulpejo del dedo no apoya sobre el suelo. Un 80% y 74% de nuestros pacientes de ambos grupos han presentado disminución moderada o importante de la movilidad metatarsofalángica en alguno de los radios involucrados en la cirugía. Jarde[46] define la rigidez como la complicación más frecuente de su serie, afectando a un 58% globalmente y dentro de éste, a un 19% de forma severa.

Para Barouk[28], la rigidez es la única complicación típica y característica de la osteotomía de Weil. Para evitarla aconseja realizar incisiones longitudinales, abordajes intertendinosos y minima desperiostización.

Galeote-Rodríguez[58] encuentra rigidez metatarsofalángica en el 25% de los casos. Refiere que esta complicación es más frecuente cuando los acortamientos son superiores a 7 milímetros y a medida que se operan más metatarsianos en dicho pie. En cambio para Llanos y Maceira dicha posibilidad ocurre ya con acortamientos por encima de los 3 milímetros, en relación al cambio en el centro de rotación de la cabeza metatarsal que hace que la tracción de los interóseos se haga en un plano dorsal, dando lugar a una contractura en flexión dorsal.(Trnka et al[50]).

La deformidad digital ha sido causa aislada de reintervención en 4 pacientes del grupo con osteosíntesis y de uno del grupo sin fijación.

El resto de complicaciones tardías ya son menos frecuentes o graves.

Existe persistencia de hiperqueratosis en el 50% de los pacientes, muchas veces indolora. Llama la atención que existe una mayor incidencia de hiperqueratosis plantar (2º rocker) que de plantodistal (3º rocker). Esto puede deberse al descenso importante de la cabeza metatarsal tras la osteotomía de Weil. La persistencia de la hiperqueratosis oscila entre el 25% de la serie de Vandeputte et al[47] y el 40% de la serie de Galeote-Rodríguez[58].

La hipoestesia digital aparece en el 26% de los pacientes del grupo fijado y en el 5% del grupo sin osteosíntesis. Posiblemente esto se por el daño neural durante la separación para la colocación del minitornillo. Esta complicación no tiene relevancia clínica y no es valorada en los estudios publicados a excepción de nuestra serie previa[45].

Solo ha aparecido un caso de pseudoartrosis en la serie de Weil fijado, sin relevancia clínica. No ha aparecido ningún caso de pseudoartrosis en la serie sin fijación. Esta complicación es infrecuente en la zona metafisaria distal, no así en la diáfisis, tras las osteotomías de Helal[51,64], con frecuencias de hasta el 20%. Si puede aparecer un retardo en la consolidación hasta en el 14% de los casos[46], pero sin evolución a pseudoartrosis dolorosas.

La necrosis cefálica, con cambios morfológicos radiológicos, no necesariamente con sintomatología se ha presentado en dos casos de Weil fijado y en un caso de Weil sin fijación. En el resto de estudios se registran muy pocos casos. Esto baja frecuencia se puede deber, como apuntan Petersen et al[85], a la presencia de una rica red vascular

con múltiples anastomosis, que impide su necrosis a pesar de una extensa desperiostización durante la realización de la osteotomía de Weil.

G. Reintervenciones.

Hubo que reoperar a 18 pacientes (23 intervenciones) con Weil fijado y a 5 pacientes (7 intervenciones) con weil no fijado. La gran diferencia entre ambas series es en cuanto a la necesidad de retirada de material de osteosíntesis tras la osteotomía de Weil. Tras la osteotomía de Weil fijada se reintervino a 8 pacientes (14% del total) con un cuadro de dolor importante bajo alguna cabeza metatarsal y que no se explicaba mediante el estudio de la parábola metatarsal (armónica generalmente).

En estos pacientes se retiraron los minitornillos, que presentan una longitud media de 13,14 milímetros frente a los 12,08 milímetros del conjunto de pies fijados.

La protrusión plantar del material obliga a reintervenir al 8% de los pacientes operados de osteotomía de Weil, ya sea mediante tornillos[46] o agujas roscadas[43]. Jex et al[86] han analizado los distintos métodos de osteosíntesis y concluyen que proporcionan mayor estabilidad los tornillos canulados que los no canulados autoperforantes y que las agujas roscadas son las que presentan mayor posibilidad de desplazamiento.

La recidiva de la deformidad del hallux, ya sea aislada o acompañada de metatarsalgia es causa de reintervención en cinco y tres pacientes respectivamente.

H. Corrección del hallux valgus.

En ambos grupos se obtuvo una mejoría del ángulo de hallux. Generalmente una peor corrección o su recidiva conlleva un peor resultado clínico en cuanto al alivio de la metatarsalgia[46], consecuencia de la insuficiencia del primer radio[35].

Han recidivado 30 casos de los 59 (50%) con Weil fijado y 10 de los 38 (26%) con Weil sin fijar. La gran mayoría se debe a una mala indicación de la técnica a realizar o a una infravaloración de la deformidad. Las técnicas con mayor recidiva han sido la osteotomía de Akin aislada y la exostosectomía con cerclaje fibroso.

I. Acortamiento metatarsal.

El acortamiento medio del segundo metatarsiano fue de 5,37 milímetros en el grupo con osteosíntesis y de 4,87 milímetros en el grupo no fijado. Galeote-Rodríguez[58] encuentra mayor índice de complicaciones tardías con un mayor acortamiento del metatarsiano, pero de forma no significativa. De la misma manera en este estudio no existe relación significativa con la metatarsalgia recurrente o transferencial y la rigidez metatarsofalángica.

6. TESIS

6.1 CONCLUSIONES DERIVADAS DEL MÉTODO

1) EL ESTUDIO RADIOLÓGICO ESTÁTICO EN PROYECCIÓN DORSOPLANTAR NO ES SUFICIENTE PARA REALIZAR UN CORRECTO DIAGNÓSTICO DE LA METATARSALGIA MECÁNICA.

2) EL OBJETIVO DE LA CIRUGÍA DEBE SER REEQUILIBRAR EL APOYO METATARSAL HORIZONTAL Y FRONTAL.

3) HASTA LA FECHA NO EXISTE NINGÚN MÉTODO DIAGNÓSTICO QUE NOS INDIQUE CUANTO DEBEMOS ASCENDER O DESCENDER LA CABEZA METATARSIANA PARA REEQUILIBRAR LAS CARGAS DEL APOYO METATARSAL EN LAS DISTINTAS FASES DE LA MARCHA.

6.2 CONCLUSIONES DERIVADAS DE LOS RESULTADOS

1) AMBOS GRUPOS DE ESTUDIO SON HOMOGÉNEOS EN CUANTO A SU EDAD, EVOLUCIÓN Y DOLOR PREVIO, POR TANTO PERMITEN LA COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

2) LOS CASOS DE MAYOR COMPLEJIDAD CLÍNICO-RADIOLÓGICA HAN SIDO OPERADOS ASOCIANDO OSTEOTOMÍAS DE WEIL FIJADAS CON UNA MAYOR FRECUENCIA.

3) NO EXISTEN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE AMBAS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS EN CUANTO A LOS RESULTADOS CLÍNICOS GLOBALES OBTENIDOS MEDIANTE LA ESCALA DE VALORACIÓN LMIS.

4) LA OSTEOTOMÍA DE WEIL SIN FIJACIÓN EVITA LAS REINTERVENCIONES DEBIDAS AL MATERIAL DE OSTEOSÍNTESIS, DISMINUYENDO A SU VEZ LA FRECUENCIA DE COMPLICACIONES AUNQUE NO DE FORMA SIGNIFICATIVA.

5) EL ESTUDIO NO HA CONSEGUIDO ENCONTRAR RELACIÓN ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVA DEL ACORTAMIENTO METATARSAL CON LA INCIDENCIA DE METATARSALGIA RECURRENTE, METATARSALGIA DE TRANSFERENCIA O RIGIDEZ METATARSOFALÁNGICA.

7.BIBLIOGRAFÍA

1. Forriol-Campos F, Gómez-Pellico L. Aspectos morfológicos. El pie fósil. En: Espinar-Salom E. Progresos en medicina y cirugía del pie. Pasado, presente y futuro. Madrid: Acción médica; 2000:109-15.
2. Viladot-Pericé A. Concepto histórico del pie. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007: 3-7.
3. Isidro-Llorens A. Filogenia del pie. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007: 9-14.
4. Llanos-Alcázar LF. La bóveda plantar. En: Espinar-Salom E. Progresos en medicina y cirugía del pie. Pasado, presente y futuro. Madrid: Acción médica; 2000: 127-35.
5. Vázquez-Osorio MT, Sañudo-Tejero JR. Anatomía de superficie. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007: 45-8.
6. Vázquez-Osorio MT, Maceira E, Valderrama F et al.. Anatomía quirúrgica del pie. Madrid: Acción Médica; 2004.
7. Llanos-Alcázar LF, Viejo-Tirado F. El pie óseo. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:25-33.
8. Llanos-Alcázar LF, Viejo-Tirado F, Sanz-Hospital FJ. Miología, vascularización e inervación del pie. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:35-43.
9. Feneis H. Nomenclatura anatómica ilustrada. Barcelona: Masson; 1992.
10. Sarrafian SK. Anatomy of the foot and ankle. Philadelphia: J. B. Lippincott; 1983.
11. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus: Texto y atlas de anatomía. Madrid: Médica Panamericana; 2005.

12. Llanos-Alcázar LF, Maceira-Suárez E. Biomorfología. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:49-65.

13. Viladot-Pericé A. Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Ed. Toray; 1989.

14. Sanz-Hospital FJ. Vascularización del tendón de Aquiles y las redes maleolares[Tesis Doctoral].Madrid: Universidad Complutense de Madrid;1993.

15. Groulier P, Rochwerger A, Curvale G, Piclet B. Metatarsalgias estáticas .En: Enciclopedia Médico Quirúrgica (aparato locomotor). Paris: Elsevier; 1997:14-438.

16. Martorell-Martorell J. Exploración complementaria especifica del pie. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 1997: 95-99.

17. Llanos-Alcázar LF. Pie doloroso. En: Lecciones de cirugía ortopédica y traumatología. Madrid: Acción Médica; 2005:679-704.

18. Viladot-Pericé A, Troncoso J. Metatarsalgia. Rev Ortop Traumatol 1964; IB:9.

19. Bardelli, M.;Turelli, L.;Scoccianti, G. Definition and classification of metatarsalgia. Foot Ankle Surg 2003;9:79-85.

20. Ferrández-Portal L, Ramos-pascua L, Ortiz-Cruz E. Tumores óseos del pie. En: Patología del pie y tobillo en el adulto. Madrid: Fundación SECOT; 2007: 341-47.

21. Murari T, Callaghan J, Berry B et al. Primary benign and malignant osseous neoplasms of the foot. Foot Ankle 1989;10: 68-79.

22. Escalera-Alonso J, Llanos-Alcázar LF, Sanz-Hospital FJ et al. Tumores óseos primarios del pie. Rev Med Cir Pie 1990; 2:37.

23. Recondo JA. Resonancia magnética en el tobillo-pie. Madrid: Díaz de Santos; 2001.

24. Núñez-Samper M. Síndrome de sobrecarga anterior y síndrome de insuficiencia de los radios medios. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:257-63.

25. Maceira-Suárez E.Aproximación al estudio del paciente con metatarsalgia. Revista del pie y tobillo 2003;17(2):14-29.

26. Kitaoka H, Alexander L, Adelaar R. Clinical rating systems for ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. Foot Ankle Surg 1991;15: 349-53.

27. Sanmarco GJ, Helfrey RB. Surgical treatment of recalcitrant planta fascitis. Foot Ankle Int 1996; 17:520-6.

28. Barouk LS. Forefoot reconstruction. Paris: Springer;2003.

29. Maestro M, Augoyard M, BaroukLS et al. Biomécanique et repères radiologiques du sésamoïde latéral de l´hallux par rapport à la palette métatarsienne. Med Chir Pied 1995 ;11: 145-54.

30. Wang t, Hsiao T, Wang TM et al. Measurement of vertical alignement of metatarsal heads using a novel ultrasonographic device. Ultrasound Med Biol 2003;29(3):373-77.

31. Pérez-García JM, Herrera-Rodríguez A. La baropodometría electrónica: Pasado, presente y futuro.Revista del pie y tobillo 2007; 21 Suppl 1: 8-13.

32. Llanos-Alcázar LF, Maceira-Suárez E. Metatarsalgias. En: Manual SECOT de cirugía ortopédica y traumatología. Madrid:Médica Panamericana;2003:684-98.

33. Viladot-Pericé R, González-Casanova JC. Cirugía del pie cavo. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF, Viladot-Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2003:85-102.

34. Núñez-Samper M, Zabala-Ferrer S. Síndrome de sobrecarga del primer radio. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:249-55.

35. Viladot-Voegeli A, Viladot-Pericé A. Síndrome de insuficiencia del primer radio. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:235-48.

36. García-Fernández D, Larraínzar-Garijo R, Escribano-Rueda L. Actualidad de la operación de Keller-Brandes-Lelièvre. Revista del pie y tobillo 2003; 17(1):50-54.

37. Núñez-Samper M, Carranza A. Pie degenerativo: Tratamiento quirúrgico. En: El pie. Monografías medicoquirúrgicas del aparato locomotor. Barcelona: Masson; 1997.

38. Barouk LS. L'ostéotomie cervico-capitale de Weil dans les métatarsalgies médianes. Med Chir Pied 1994(10):23-33.

39. De Prado-Serrano M, Ripoll PL, Golanó P. Cirugía percutánea del pie. Barcelona: Masson; 2004.

40. De Prado-Serrano M. Cirugía percutánea del antepié. En: Nuñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF, Viladot-Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson;2003:171-81.

41. Weil LS. Head-neck oblique osteotomy. En: Techniques of osteotomies on the forefoot. Bordeaux; 1994.

42. O´Kane C, Kilmartin T. The surgical management of central metatarsalgia. Foot Ankle Int 2002;23: 415-9.

43. Ruiz-Ibán M, Antonio-Fernández M, Galeote-Rivas A. La osteotomía de Weil en el tratamiento de las metatarsalgias de los radios centrales. Rev Ortop Traumatol 2006;50: 30-37.

44. Más Moliné S. Osteotomía cervicocapital. En: Nuñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF, Viladot-Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson;2003: 162-63.

45. García-Fernández D, Larraínzar-Garijo R, Llanos-Alcázar L. Estudio comparativo de la osteotomía de Weil abierta:¿es necesaria siempre la fijación? Rev Ortop Traumatol 2006;50: 292-7.

46. Jarde O, Hussenot D, Vimont E.L'osteotomie cervico-capitale de Weil dans les metatarsalgies medianes. Étude de 70 cas. Acta Orthop Belg 2001;67: 139-48.

47. Vandeputte G, Dereymaeker G, Steenwerckx A. The Weil osteotomy of the lesser metatarsals: A clinical and pedobarographic follow-up study. Foot Ankle Int 2000;21: 370-4.

48. Hofstaetter SG, Hofstaetter JG, Petroutsas JA. The Weil osteotomy: a seven-year follow-up. J Bone Joint Surg Br 2005; 87(11):1507-11.

49. Melamed E, Schon L, Myerson M. Two modifications of the Weil osteotomy: Analysis on sawbone models. Foot Ankle Int 2002; 23: 400-05.

50. Trnka H, Nyska M, Parks B. Dorsiflexion contracture after the Weil Osteotomy: Results of cadaver study and three-dimensional analysis. Foot Ankle Int 2001;22: 47-50.

51. Trnka H, Mühlbauer M, Zettl R. Comparison of the results of the Weil and Helal osteotomies for the treatment of metatarsalgia secondary to dislocation of the lesser metatarsophalangeal joints. Foot Ankle Int 1999;20: 72-79.

52. Denis DA, Huberlevernieux CL, Goutallier D. Notre expérience de l´osteotomie métatarsienne dans le traitement des métatarsalgies statiques. Med Chir Pied 1984 ;1 : 85-88.

53. Llanos-Alcázar LF, García-Fernández D, Larraínzar-Garijo R. Metatarsalgia mecánica. Osteotomía cervicocapital de Weil y sus modificaciones. Revista del pie y tobillo 2007; 21 Suppl 1: 65-72.

54. Llanos-Alcázar LF, Álvarez J, Vilá-Rico J et al. Cirugía de los dedos menores y del quinto dedo. En: Nuñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF, Viladot-Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson: 145-58.

55. Más Moliné S. Técnica de Sabadell. En: Nuñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF, Viladot-Pericé R. Técnicas quirúrgicas en cirugía del pie. Barcelona: Masson;2003: 159-61.

56. Núñez-Samper M. Complicaciones y secuelas generales de la cirugía del antepié. Rev Ortop Traumatol 2007;51 Supl 1:75-9.

57. Llanos-Alcázar LF, Maceira-Suárez E, Larraínzar-Garijo R. Complicaciones y secuelas de la cirugía del antepié derivadas de las osteotomías del primer radio. Rev Ortop Traumatol 2007;51 Supl 1:91-101.

58. Galeote-Rodríguez JE. Estudio clínico y radiológico del tratamiento de la metatarsalgia mediante osteotomía de Weil, aislada o asociada a otras técnicas quirúrgicas [tesis doctoral], Madrid, Universidad Complutense de Madrid, 2004.

59. Kilmartin TE. Revision of failed foot surgery: a critical análisis. J Foot Ankle Surg 2002; 41(5): 309-15.

60. Núñez-Samper M. Secuelas de la cirugía del antepié por conflicto del apoyo anterointerno. Rev Ortop Traumatol 2007;51 Supl 1:80-90.

61. Viladot-Pericé R, Álvarez-Goenaga F, García-Bonet J, Viladot-Voegeli A. Complicaciones y secuelas de la cirugía de los radios segundo a quinto del pie. Rev Ortop Traumatol 2007;51 Supl 1:102-9.

62. Meisenbach RO. Painful anterior arch of the foot. Am J Orthop Surg 1916; 14:206-11.

63. Gagnon PA. L'osteotomie métatarsienne oblique dans le traitement de la kératose plantaire. En : Podologie, tome VI. Paris : Masson ; 1971 :215-30.

64. Helal B. Metatarsal osteotomy for metatarsalgia. J Bone Joint Surg Br 1975; 57-B:187-92.

65. Davies MS, Saxby TS. Metatarsal neck osteotomy with rigid internal fixation for the treatment of lesser toe metatarsophalangeal joint pathology. Foot Ankle Int 1999;20:630-5.

66. Coughlin MJ. Hallux valgus. J Bone Joint Surg 1996; 78(A): 932-66.

67. O´Doherty D. Medición de los resultados en Traumatología. En: Pynsent PB, Fairbank JC, Carr AJ. Barcelona. Masson;1997 :405-30.

68. Espinar-Salom E. Métodos y sistemas de valoración en la patología del pie. En: Núñez-Samper M, Llanos-Alcázar LF. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007:727-38.

69. Lau JT, Stamatis ED, Parks BG, Schon LC. Modifications of the Weil osteotomy have no effect on plantar pressure. Clin Orthop Relat Res 2004; 4:194-8.

70. Dreeben SM, Noble PC, Hammerman S et al. Metatarsal osteotomy for primary metatarsalgia: radiographic and pedobarographic study. Foot Ankle 1989; 9(5):214-8.

71. Beech I, Rees S, Tagoe M. A retrospective review of the Weil metatarsal osteotomy for lesser metatarsal deformities: an intermediate follow-up analysis. J Foot Ankle Surg 2005;44(5):358-64.

72. Feibel Jb, Tisdel CL, Donley BG. Lesser metatarsal osteotomies. A biomechanical aproach to metatarsalgia. Foot Ankle Clin 2001; 6(3):473-89.

73. Kennedy JG, Deland JT. Resolution of metatarsalgia following oblique osteotomy. Clin Orthop Relat Res 2006; 453:309-13.

74. García-Rey E, Cano-Egea JM, Guerra-Vélez P, Sanz-Hospital FJ. The Weil osteotomy for median metatarsalgia. A short-term study. Foot Ankle Surg 2004; 10:177-80.

75. Grimes J, Coughlin M. Geometric analysis of the Weil osteotomy. Foot Ankle Int 2006; 27(11):985-92.

76. Loya K, Guimet M, Rockett MS. Proximal shortening lesser metatarsal osteotomy: a mathematical-geometric basis. J Foot Ankle Surg 2000; 39(2):104-13.

77. Kuwada GT, Dockery GL, Schuberth JM. The resistant, painful, plantar lesion: a surgical approach. J Foot Surg 1983;22(1):29-32.

78. Schwartz N, Williams JE Jr, Marcinko DE. Double oblique lesser metatarsal osteotomy.J Am Podiatry Assoc 1983; 73(4):218-20.

79. Wolf MD. Metatarsal osteotomy for the relief of painful metatarsal callosities.J Bone Joint Surg Am 1973; 55(8):1760-2.

80. Idusuyi OB, Kitaoka HB, Patzer GL. Oblique metatarsal osteotomy for intractable plantar keratosis: 10-year follow-up. Foot Ankle Int 1998; 19(6): 351-5.

81. Larraínzar-Garijo R, García-Aznar J, Díez-Nicolás E et al. Análisis de simulación por elementos finitos del pie de la fórmula metatarsal de Maestro. Revista Pie Tobillo 2006; 20(2):137-44.

82. Trnka HJ, Gebhard C, Mühlbauer M et al. The Weil osteotomy for the treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints. Acta Orthop Scand 2002;73(2): 190-4.

83. Gibbard KW, Kilmartin TE. The Weil osteotomy for the treatment of painful plantar keratosis. The Foot 2003;12:199-203.

84. Migues A, Slullitel G, Bilbao F et al. Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy. Foot Ankle Int 2004; 25(9):609-13.

85. Petersen WJ, Lankes JM, Paulsen F, Hassenpflug J. The arterial supply of the lesser metatarsal heads: A vascular injection study in human cadavers. Foot Ankle Int 2003; 23(6): 491-5.

86. Jex CT, Wan CJ, Rundell S et al. Analysis of three types of fixation of the Weil osteotomy. J Foot Ankle Surg 2006; 45(1): 13-9.