

# Biomecánica del Primer Radio. Deformidad en flexión plantar. Caso clínico

*First Ray Biomechanics. Plantar Flexion Deformity. Clinical Case*

**Roberto RICO TEIXEIRA**

Diplomado en Podología. Experto Universitario en Patología y Ortopedia del Miembro Inferior  
Universidad Complutense de Madrid

Correspondencia:  
Roberto Rico Teixeira  
C/ Coraceros 2  
28024 Madrid. España

Fecha de recepción: 24 de junio 2008  
Fecha de aceptación: 20 de octubre 2008

Los autores declaran no tener ningún tipo de interés económico o comercial.

## **RESUMEN**

El primer radio es una unidad funcional cuya importancia radica en el papel que desarrolla en las fases de la marcha de apoyo completo y propulsión, formando un arco longitudinal interno capaz de adaptarse a las irregularidades del terreno así como ser un segmento rígido para empujar el peso del cuerpo hacia delante. La deformidad en flexión plantar de este segmento alterará la función del pie cursando con diversa sintomatología. Conocer la biomecánica del primer radio así como su patomecánica en flexión plantar, sintomatología asociada, medios de diagnóstico y tratamiento serán el objeto del presente trabajo.

**Palabras clave:** Primer radio. Flexión plantar. Biomecánica, Patomecánica.

## **ABSTRACT**

The first ray is a functional unit which importance lies in the role it plays in the stance and propulsion gait stages, creating an internal longitudinal arch capable of adapting to the ground irregularities as well as being a rigid segment for pushing the body weight forward. The deformity in the plantar flexion of this segment will alter the foot's function along with varied symptomatology. Knowing the first ray's biomechanics as well as its pathomechanics in plantar flexion position, with its associated symptomatology, diagnose resources and treatment will be the object of the present study.

**Key words:** Ulcers. Maggot Therapy. Metaanalysis

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Biomecánica del primer radio

*El primer radio es una unidad funcional* constituida por el primer metatarsiano y el cuneiforme medial<sup>1</sup>. La importancia de este segmento radica en el funcionalismo que desarrolla en las fases de la marcha de apoyo completo y propulsión<sup>2</sup>, así como por la localización de la articulación metatarsocuneana, la cual se encuentra en la intersección del arco transversal y el arco longitudinal medial del pie<sup>3</sup>. En la fase de apoyo completo formará un arco longitudinal interno sirviendo de adaptador móvil sobre las irregularidades del terreno, mientras que en la fase propulsiva se comportará como un segmento rígido capaz de empujar el peso del cuerpo hacia delante<sup>4</sup>.

En 1954, Hicks<sup>1</sup> describió el *eje de movimiento del primer radio*. Este se dirige desde un punto posterior-medial-dorsal hacia otro punto anterior-lateral-plantar, con una angulación de 45° con respecto a un plano frontal y sagital así como una ligera angulación con respecto al plano transversal. El movimiento que se produce alrededor de este eje tiene lugar sobre los tres planos simultáneamente<sup>5</sup>, aunque el movimiento sobre el plano transversal es insignificante debido al paralelismo del eje sobre dicho plano<sup>6</sup>. Los movimientos que se producen son:

- Flexión dorsal, acompañada de supinación y discreto desplazamiento transversal.
- Flexión plantar, acompañada de pronación y discreto desplazamiento transversal.

*La necesidad clínica de medir y evaluar estos movimientos* se basa en el papel que desempeña el primer radio durante la deambulación<sup>7</sup>. En la fase de balanceo y hasta el final de la fase de contacto de talón, el primer radio se encuentra en una posición de flexión dorsal, debido a la tracción del músculo tibial anterior con objeto de frenar la flexión plantar que está realizando el tobillo. Al inicio de la fase de apoyo completo, la articulación subastragalina (ASA) prona mientras que las articulaciones

mediotarsianas invierten, pero, si estas últimas no lo hacen lo suficiente, el primer radio ha de realizar un movimiento de flexión plantar. Al final de la fase de apoyo completo y justamente antes del despegue de talón, el retropié comienza a invertir y arrastra al antepié en este movimiento. Es en este momento cuando el primer radio ha de realizar un movimiento en flexión plantar para mantener el antepié en contacto con el suelo. Durante las fases de despegue de talón y propulsión, al estar el retropié elevándose, y dado que generalmente el primer metatarsiano es más corto que el segundo, el primer radio ha de continuar en flexión plantar con objeto de mantener el antepié en contacto con el suelo y servir de palanca firme para empujar el peso del cuerpo hacia delante. Además, esta flexión plantar del primer radio es necesaria para una función normal de la primera articulación metatarsofalángica durante esta última fase. La literatura nos dice que son necesarios 10° de flexión plantar del primer radio para la normal flexión dorsal de la primera falange sobre el metatarsiano. Existe controversia sobre si quien realiza la flexión plantar del primer radio es el músculo peroneo lateral largo. Kravitz et al.<sup>8</sup> refiere que el brazo de palanca de dicho músculo para realizar flexión plantar del primer radio es insuficiente. Por otro lado, Root et al.<sup>9</sup>, citando a Hicks, se refiere al músculo peroneo lateral largo como un potente plantarflexor desde la base del primer metatarsiano en las fases de apoyo completo y propulsión.

Como acabamos de ver, el primer radio no es un segmento aislado y la amplitud de movimiento de este dependerá de la posición en la que se encuentre la ASA y las articulaciones mediotarsianas. Normalmente, la amplitud de movimiento total es mayor cuando dichas articulaciones se encuentran pronadas<sup>4,5</sup>. Por otro lado, un estudio publicado en 2008 por Perez et al.<sup>10</sup> revela que la movilidad del primer radio también depende de la posición que tenga este en el plano frontal. Los autores nos indican que el rango de movimiento será mayor cuando el primer radio se encuentre máximamente supinado y menor cuando se encuentre pronado. En

una persona sin patología, la amplitud de movimiento total del primer radio se divide equitativamente entre flexión dorsal y flexión plantar siendo aproximadamente 5-6 mm en cada sentido<sup>1,3</sup>. Además, dicha amplitud es habitualmente simétrica cuando se compara con su homólogo del otro pie<sup>5</sup>. Hay que señalar que la movilidad del primer radio se encuentra limitada por el mecanismo de restricción de los tejidos blandos<sup>11</sup>.

*Para valorar la posición y movilidad del primer radio* hemos de determinar antes la posición neutra de este. Esta posición la encontramos cuando la cabeza del primer metatarsiano se encuentra en el mismo plano transversal que las tres cabezas metatarsales centrales, encontrándose la ASA en posición neutra y las mediotarsianas máximamente pronadas<sup>6</sup>. Desde esta posición se podrán valorar los movimientos en flexión dorsal y flexión plantar del primer radio, los cuales, como ya se ha comentado, serán equivalentes en ambos sentidos. Si la flexión dorsal excede a la plantar, nos encontraremos ante una deformidad en flexión dorsal del primer radio. Si por el contrario la flexión plantar excede a la dorsal, estaremos ante una deformidad en flexión plantar del primer radio.

Existen varias *técnicas o dispositivos para medir la movilidad del primer radio*. La técnica más sencilla y más utilizada en consulta la describe Root et al.<sup>5</sup>: el examinador mantiene estabilizadas entre su dedo pulgar e índice las 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup> cabezas metatarsales. Con los dedos pulgar e índice de la otra mano sujeta la cabeza del primer metatarsiano. Se coloca el primer radio en posición neutra y se observa a qué nivel se encuentran las uñas de los dedos índices del examinador. Seguidamente se realizan los movimientos de flexión dorsal y flexión plantar máximos, teniendo cuidado de no movilizar la ASA y mediotarsianas. De nuevo, se observa a qué nivel se encuentran las uñas de los dedos índices del examinador y se mide la diferencia en milímetros (esta medición generalmente la hace un segundo examinador). Sin embargo, un estudio realizado en 2006 por Short et al.<sup>12</sup> revela la baja fiabilidad de este

método para determinar la posición y movilidad del primer radio, en especial a la hora de tomar decisiones terapéuticas. Por otro lado, Kim et al.<sup>13</sup> del Eulji Medical Center en Corea del Sur nos describe en un artículo publicado en 2008 un dispositivo para medir la movilidad del primer radio de una forma similar a la de Root et al. pero, de una manera más fiable. El dispositivo EMC (Eulji Medical Center) consiste en dos pequeñas reglas de plástico: una calibrada y otra que sirve como marcador. El examinador sujeta la regla calibrada con la mano que fija las cabezas metatarsales de 2<sup>o</sup> a 5<sup>o</sup>. Con la mano que sujeta la 1<sup>a</sup> cabeza metatarsal mantiene la regla que servirá de marcador. Seguidamente se realiza la movilización del primer radio y el examinador podrá cuantificar directamente el rango de movimiento.

Otro método para medir la movilidad del primer radio fue descrito por Fritz et al.<sup>14</sup> en un artículo publicado en la revista *Foot and Ankle Internacional* en 1995; consiste en utilizar una modificación del Coleman Block Test con un bloque de madera. Si colocamos este bajo la 2<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> cabezas metatarsales y dejamos libre la 1<sup>a</sup> cabeza, esta tendrá que realizar un movimiento en flexión plantar para apoyar en el suelo, por lo que estaremos midiendo dicha movilidad. Si el bloque de madera lo colocamos bajo la 1<sup>a</sup> cabeza metatarsal y dejamos libre el resto, estaremos moviendo el primer radio en flexión dorsal por lo que podremos también medir dicha movilidad. Para ello hemos de hacer 3 radiografías laterales. Una primera sin el bloque de madera, la cual usaremos como referencia. Una segunda con el bloque de madera bajo las 2<sup>a</sup> a 5<sup>a</sup> cabezas metatarsales para valorar la flexión plantar. Y una tercera con el bloque de madera bajo la 1<sup>a</sup> cabeza metatarsal para medir la flexión dorsal. Se comparan las 2<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup> radiografías con la 1<sup>a</sup> de control y se mide el rango de movimiento del primer radio. Sin embargo, un inconveniente importante de este método es la necesidad de radiar en repetidas ocasiones al paciente.

Finalmente, un método más complejo para medir la movilidad del primer radio lo describe Glasoe et al.<sup>15</sup>. Este investigador utiliza un dis-

positivo en el que, una vez colocado el pie, se estabilizan de 2ª a 5ª cabezas metatarsales y mediante fuerzas verticales aplicadas sobre la cabeza del primer metatarsiano se mide la movilidad de este. Estas fuerzas pueden ser aplicadas desde la superficie plantar o dorsal de la cabeza del primer metatarsiano, pero el autor recomienda que se hagan desde la superficie dorsal ya que en la superficie plantar de la cabeza del primer metatarsiano existe una almohadilla grasa, la cual se puede desplazar bajo la acción de una fuerza e introduciría un error en la medición. Glasoe et al.<sup>16</sup> nos describe la fiabilidad de este método y añade que se puede utilizar en la investigación científica de la biomecánica del primer radio. Sin embargo, hemos de señalar que resulta inusual su empleo en la práctica clínica diaria, siendo el método manual de Root et al. el más accesible en consulta, pudiendo incorporar el dispositivo descrito por Kim et al. (EMC). Además, hemos de recordar que el primer radio no es una entidad aislada y se han de incorporar los resultados obtenidos al conjunto de la movilidad de las articulaciones del pie.

### **1.2. Estudios comparativos sobre la validez y fiabilidad entre las distintas técnicas y métodos de medición de la movilidad del primer radio**

Existen varios estudios comparativos sobre la validez y fiabilidad entre las distintas técnicas y métodos utilizados para medir la movilidad del primer radio.

Glasoe et al.<sup>17</sup>, en un artículo publicado en 2002, realizaba un estudio comparativo entre la medición de la movilidad del primer radio mediante el método manual y la medición realizada con un dispositivo que ejercía una fuerza vertical sobre la cabeza del primer metatarsiano desde su zona dorsal. El estudio fue realizado por tres examinadores de distinta experiencia sobre el pie derecho de 15 sujetos con edades comprendidas entre los 41 y 59 años y que no tuvieran historial quirúrgico en el pie. Siete de ellos referían tener dolor en el pie o tobillo y uno se encontraba con tratamiento ortopodológico para el hallux rigidus. Los resultados del

estudio ponen de manifiesto que las mediciones realizadas con ambos métodos no estaban relacionadas y cuestionan la validez de los valores obtenidos mediante el método manual.

Cornwall et al.<sup>7</sup> publica en 2004 un estudio similar, en el que tres examinadores experimentados evalúan la movilidad del primer radio mediante el método manual de Root et al. así como con un dispositivo similar al utilizado por Glasoe et al. El estudio se realiza sobre 30 sujetos (16 hombres y 14 mujeres) de entre 22 y 52 años de edad, sin patología en las extremidades inferiores durante los seis meses anteriores al estudio. Los tres examinadores obtuvieron resultados distintos utilizando el método manual de Root. Lo mismo sucedía, aunque en menor grado, con las mediciones realizadas mediante el dispositivo mecánico. De nuevo se pone de manifiesto la escasa validez fiabilidad del método manual.

Shirk et al.<sup>12</sup>, en el *Journal of Athletic Training* publica en 2006 un estudio en el que evalúa la fiabilidad del método manual utilizado por Root et al. teniendo en cuenta el nivel de experiencia clínica del examinador. El estudio fue realizado por dos examinadores expertos y otros dos con escasa experiencia clínica sobre 36 sujetos (14 hombres y 22 mujeres) cuya edad media era de 23 años y cuyo único criterio de exclusión era que no tuviesen historial quirúrgico en el pie. Los resultados revelan la escasa fiabilidad del método y además refiere que los resultados no están relacionados con el grado de experiencia del examinador.

Finalmente, en 2008, Kim et al.<sup>13</sup> describe el dispositivo EMC para valorar el rango de movilidad del primer radio. Refiere que es fácil de utilizar y avala su validez y fiabilidad con un estudio realizado por tres examinadores que comparan las mediciones obtenidas utilizando el dispositivo EMC frente a las obtenidas mediante el Coleman Block Test y el Klaue Device. Hay que indicar que las muestras utilizadas para comparar las técnicas EMC frente a Coleman Block Test y EMC frente a Klaue Device no fueron las mismas. El estudio muestra que los resultados obtenidos por un mismo examinador utilizando

el dispositivo EMC son similares al realizar varias mediciones, sucediendo lo mismo entre los distintos examinadores, dando así validez y fiabilidad a las mediciones realizadas con este dispositivo.

### 1.3. Patología del primer radio en flexión plantar

Se define como primer radio en flexión plantar a aquella alteración biomecánica en la que, manteniendo la ASA neutra y las articulaciones mediotarsianas máximamente pronadas, el primer metatarsiano se sitúa en una posición inferior respecto al resto en un plano transversal<sup>2</sup>. Según Michaud<sup>11</sup>, esta deformidad se encuentra presente en aproximadamente el 15 % de la población.

La etiología de esta deformidad es múltiple, pudiendo ser congénita o adquirida. La forma congénita es más grave y permite que el primer radio tenga el mismo rango de movilidad articular en flexión dorsal que en flexión plantar, mientras que la forma adquirida posee resistencias óseas y/o de tejido blando que pueden limitar el rango de movimiento en algún sentido. Sin embargo, conforme avanza la patología y la edad del paciente, es más difícil distinguirlo, ya que la edad se relaciona con la disminución del movimiento articular, pudiendo crear asimetrías en este<sup>11</sup>. Las alteraciones en flexión plantar pueden ocurrir también tanto de forma estructural como posicional. La deformidad estructural se asocia con la forma congénita y la encontramos frecuentemente en pies cavos. Root et al.<sup>9</sup> relacionan la deformidad en flexión plantar del primer radio con el desarrollo del pie cavo, existiendo una supinación compensadora en la ASA, dando lugar a un retropié varo, antepié aducido y garra digital. La deformidad posicional generalmente es adquirida y se asocia a formas compensatorias del pie supinado<sup>1</sup>.

Posibles factores etiológicos de la deformidad en flexión plantar del primer radio adquirida son<sup>2, 11</sup>:

- Alteraciones de la función muscular. Entre ellas:
  - Parálisis flácida o extrema debilidad del Gastrocnemio así como alarga-

miento o rotura del Tendón de Aquiles. Al final de la fase de apoyo completo y debido a la incapacidad del Gastrocnemio, el Flexor Largo de los Dedos, el Flexor Largo del Hallux y el Peroneo Lateral Largo aumentan su función intentando elevar el talón, llevando también al primer radio hacia flexión plantar y causando garra digital.

- Hipertonía del Peroneo Lateral Largo. Debido a su inserción y a su función, la hipertonía de este músculo puede causar lentamente una deformidad en flexión plantar del primer radio.
- Parálisis flácida o debilidad extrema del Tibial Anterior. De esta forma se permite una mayor acción de su antagonista, el Peroneo Lateral Largo, plantarflexionando el primer radio como ya hemos visto anteriormente.
  - Existencia de antepié o retropié varo no compensado. En ambos casos, el antepié no contacta con el suelo en su totalidad (la zona medial se encuentra elevada) y la ASA no posee rango de movimiento suficiente para llevar la zona medial del antepié al suelo, lo que hace que el primer radio tenga que posicionarse en FP para conseguir el apoyo completo del antepié en el suelo.
  - Alteraciones neuromusculares asociadas al pie cavo.
  - Forma traumáticas.
  - Formas ideopáticas

De este modo, ya se ha hecho una *clasificación* de la deformidad del primer radio en flexión plantar atendiendo a su etiología: congénita o adquirida. Además, también podemos clasificar esta deformidad atendiendo a su grado de flexibilidad:

- Si el primer radio es capaz de dorsiflexionarse por encima del plano común transversal de los metatarsianos menores diremos que la deformidad es flexible.
- Cuando esta dorsiflexión sólo sea capaz de llevar al primer radio al mismo plano

transverso de los demás metatarsianos, sin superarlo, nos encontraremos ante una deformidad semiflexible.

- Por último, cuando la movilidad del primer radio no sea capaz de llevarlo al mismo plano transverso de los demás metatarsianos, la deformidad será rígida.

Esta última clasificación nos dará distintos comportamientos en dinámica y por lo tanto distinta *sintomatología*.

En el caso de la deformidad flexible, la cabeza del primer metatarsiano contactará prematuramente con el suelo, pero las fuerzas reactivas de este lo elevarán rápidamente hacia una posición de flexión dorsal e inversión. Este movimiento es directamente proporcional al rango de movimiento de pronación subtalar. Esto originará un arco longitudinal interno (ALI) aumentado en descarga y ligeramente disminuido en carga, hiperqueratosis difusa bajo la cabeza del primer metatarsiano e hiperqueratosis más marcada o helomas bajo la cabeza del segundo metatarsiano. El hecho de que en la fase de contacto el primer radio se dorsiflexione e invierta, también aumentará la tracción de la Fascia Plantar medial y el Abductor del Hallux, pudiendo ocasionar lesiones en dichas estructuras. Por otro lado, también se tensa el Gran Ligamento Plantar que comprimirá al tendón del Peroneo Lateral Largo contra el hueso, lo que provocará dolor en la zona media del ALI. La existencia de una dorsiflexión del primer radio originará una limitación de la flexión dorsal de la falange proximal del Hallux sobre la cabeza del primer metatarsiano, la cual puede dar lugar a alteraciones en la primera articulación metatarsofalángica; tales como degeneración articular o Hallux Limitus / Rigidus. El exceso de movilidad del primer radio provocará fricciones entre la 1ª y 2ª cabezas metatarsales así como entre la primera cabeza metatarsal y la piel, pudiendo provocar exostosis dorsomedial, bursitis intermetatarsofalángicas o compresiones repetidas del Nervio Cutáneo dorsomedial que cursarán con neuritis, dolor y parestesias. Este exceso de movilidad también podrá afectar a la

primera articulación metatarsocuneana pudiendo originar una exostosis a nivel de la base del primer metatarsiano y esta, a su vez, podría comprimir la Arteria Tibial Anterior y el Nervio Peroneo Profundo.

Cuando nos encontramos ante una deformidad semiflexible, el primer radio no es capaz de dorsiflexionarse por encima del plano transverso que forman los demás metatarsianos. De esta forma, el primer metatarsiano absorbe la mayor parte de las fuerzas reactivas del suelo, quedando el segundo metatarsiano liberado de carga. Así, la mayoría de las lesiones las encontraremos bajo la cabeza del primer metatarsiano, apareciendo una marcada hiperqueratosis que se podrá extender hasta la base del Hallux. Cuando esta situación se mantiene en el tiempo, pueden aparecer alteraciones en los huesos sesamoideos, como por ejemplo sesamoiditis. No aparecerán lesiones derivadas de la fricción entre las cabezas del 1er y 2º metatarsianos debido a la disminución del rango de movilidad articular del primer radio. El ALI se encuentra aumentado en descarga y ligeramente disminuido en carga.

En el caso de la deformidad rígida, la movilidad del primer radio se encuentra muy disminuida o abolida. El ALI se encuentra aumentado tanto en carga como en descarga y el primer radio será el primero en recibir las fuerzas reactivas del suelo. Se detiene la pronación subtalar y se transfiere la carga rápidamente al quinto metatarsiano para que todo el antepié contacte con el suelo. De este modo, podrá aparecer hiperqueratosis bajo las cabezas del 1er y 5º metatarsianos, aunque si este último tiene excesivo rango de movimiento en flexión dorsal, transferirá la carga a la 4ª cabeza metatarsal, encontrándose entonces la hiperqueratosis a dicho nivel. Sin embargo, este excesivo rango de movimiento del quinto radio aumentará la fricción entre la 5ª y 4ª cabezas metatarsales así como entre la 5ª cabeza metatarsal y la piel, pudiendo dar lugar a la afectación de las bursas (Tailor's Bunion), neuritis intermetatarsales ... El hecho de que el primer metatarsiano se encuentre en una posición de flexión plantar y que el músculo

Extensor de Hallux se encuentre tenso, provocará una flexión dorsal de la falange proximal del Hallux y garra digital. En la fase de apoyo, para que todo el antepié contacte con el suelo, es necesario que se produzca un movimiento de inversión de la ASA. Además, el Calcáneo se colocará en una posición de varo y esto será causante de la mayor significación clínica de esta patología:

- Bursitis pre y retro aquíleas. Debido a la fricción que se produce por los excesivos movimientos en varo del Calcáneo.
- Haglund. Debido a la disposición de las fibras del Tendón de Aquiles en la inserción (fibras del músculo Sóleo en la zona medial y del músculo Gemelo en la zona lateral). Cuando el Calcáneo se sitúa en varo encontraremos tensión en el músculo Gemelo y en la zona lateral del Tendón de Aquiles. Esta tensión podrá originar el Haglund.
- Dolor en la zona lateral de la pierna. Al estar en Calcáneo en una posición de varo, los músculos peroneos se tensan pudiendo provocar dolor. Además, en marchas prolongadas, se fatigarán, dando lugar a inestabilidad y haciendo que la persona tenga que disminuir la longitud del paso.
- Dolor retromaleolar. La mayor tensión a la que se encuentran sometidos los músculos peroneos hace que aumente la fricción entre el maleolo lateral y el tendón, lo que provocará inflamación de este último y posible dolor retromaleolar.
- Luxación de los tendones de los músculos peroneos. Estos tendones se pueden salir de la corredera existente en el Calcáneo debido a la tensión a la que se encuentran sometidos, dando lugar a su luxación. Generalmente el que más lo hace es el músculo Peroneo Lateral Corto. En esta situación se puede apreciar que el tendón de dicho músculo se sitúa por encima del Peroné.
- Compresión del nervio Peroneo Superficial. El nervio se sitúa entre los músculos

peroneos y los extensores de los dedos. La tensión de los músculos peroneos puede comprimir el nervio dando lugar a hormigueos en la zona dorsal del pie y en la parte lateral de la pierna.

- Dolor en la zona lateral del talón. El nervio Dorsocutáneo lateral discurre por el borde externo del talón. El hecho de que el Calcáneo se sitúe en varo puede hacer que el borde externo del talón se comprima con el contrafuerte del calzado e irritar el nervio. Personas con hipertrofia de la tróclea de los peroneos también tendrán dolor en la zona lateral del talón por el roce con el contrafuerte del calzado. Debemos distinguir que el primero era un dolor neuropático y el segundo no.

El hecho de que la ASA tenga que hacer un movimiento de inversión para conseguir que todo el antepié contacte con el suelo, además de situar al Calcáneo en varo, colocará al Astrágalo en una posición de flexión dorsal y abducción junto con rotación externa del miembro inferior. Esta situación podrá originar la siguiente sintomatología:

- Dolor difuso en la zona anterior medial del tobillo. El Astrágalo tendrá un continuo movimiento en flexión dorsal que provocará un choque óseo entre este y la Tibia.
- Dolor en la zona anterior lateral del muslo y pierna. La rotación externa de cadera existente provocará tensión en el músculo Tensor de la Fascia Lata pudiendo originar dolor a dicho nivel y fatiga en la zona anterior de la cadera.
- Retromalacia femoropatelar medial. Debido a que el músculo Vasto Interno tiene mayor competencia, la rótula asciende con mayor presión contra el cóndilo medial.

Hay que señalar que en la práctica clínica la sintomatología que encontraremos no será exclusiva de un tipo de deformidad (flexible, semiflexible o rígida) pudiendo aparecer de forma entremezclada.

*El diagnóstico* de esta patología lo haremos en primer lugar mediante la clínica. Una buena anamnesis y exploración física reportarán datos importantes para llegar a un buen diagnóstico. Se deben realizar movilizaciones del primer radio y demás articulaciones con objeto de conocer su rango de movilidad y clasificar la deformidad. Para ello podremos utilizar las maniobras y dispositivos ya descritos. Con el podoscopio podremos visualizar el tipo de huella, presiones localizadas, etc. La radiología convencional se podrá solicitar con objeto de medir el ángulo de declinación del primer radio así como los ángulos de inclinación del Calcáneo y Astrágalo, visualizar posibles exostosis, patología en sesamoideos, hipertrofias óseas... La proyección dependerá de la región anatómica que queramos explorar o la alteración que queramos confirmar. Podremos solicitar ecografía y resonancia magnética nuclear cuando se sospeche de alteraciones de tejidos blandos tales como bursitis, neuritis, etc. Realizaremos pruebas neurológicas cuando se sospeche de etiología neurológica o lesiones de tipo nervioso. Hemos de recordar que la deformidad en flexión plantar del primer metatarsiano se asocia en numerosas ocasiones a pie cavo, y ambos tienen frecuentemente su etiología en alteraciones neuromusculares. Hasta los 10 – 12 años de edad no se aprecian estas alteraciones neuromusculares. De esta forma, si la persona es menor de dicha edad y se sospecha de alteraciones neuromusculares, se deberá solicitar un análisis de la CPK. Si el niño está desarrollando una enfermedad neuromuscular, la CPK aparecerá alterada. Las pruebas de valoración de la función muscular se realizarán cuando se sospeche de debilidad muscular (Gastrocnemio) o hipertonía (Peroneo Lateral Largo). Finalmente, el estudio de la marcha nos servirá para observar como se comporta el primer radio y el conjunto del pie en dinámica.

*El diagnóstico diferencial* de la deformidad del primer metatarsiano en flexión plantar será con la deformidad de antepié valgo. Ambas deformidades presentan signos y síntomas comunes<sup>2,4</sup>: morfología, mecanismos de compen-

sación, marcha apropulsiva... Aunque en ambas deformidades la cabeza del primer metatarsiano se encuentra a un nivel inferior que el resto de cabezas metatarsales, en el caso de la deformidad de antepié valgo todas las cabezas metatarsales se encuentran en un mismo plano transversal. Al contrario que en la deformidad del primer radio en flexión plantar, donde la cabeza del primer metatarsiano se encuentra en un plano transversal inferior al resto de cabezas metatarsales. Por otro lado, en la deformidad de antepié valgo el rango de movimiento articular del primer radio es normal mientras que en la deformidad del primer radio en flexión plantar podrá existir alteraciones de este rango de movimiento. Autores como Whitney<sup>6</sup> también establecen diferenciación entre la deformidad del primer radio en flexión plantar con Metatarsus Primus Equinus. La diferenciación radica básicamente en que mientras que en la deformidad en flexión plantar del primer radio la posición anómala se encuentra en todo el segmento del primer radio (metatarsiano más cuña), en la deformidad de Metatarsus Primus Equinus la alteración se encuentra únicamente en el metatarsiano, dejando fuera de la alteración a la primera cuña.

*El tratamiento* de esta deformidad deberá estar encaminado a disminuir la sintomatología así como mejorar la función del pie. Se pueden definir distintas vías de actuación, destacando el tratamiento ortopodológico, quiropodológico, fisioterápico, médico, y quirúrgico en los casos más graves.

El tratamiento ortopodológico<sup>11</sup>, independientemente de la etiología y clasificación de la deformidad ha de estar enfocado a acomodar la cabeza del primer metatarsiano, aunque pueden existir ligeras modificaciones en función de la clasificación de la deformidad. El molde del pie se podrá tomar en espuma fenólica, pero es más preciso si lo tomamos con un mocasín o botín de escayola en carga y sobre una espuma tipo foam que recoja la deformidad. La pieza principal de la ortesis plantar será un post de 2º a 5º, el cual termina en la zona distal de la diáfisis de los citados metatarsianos. De esta

forma conseguiremos situar todas la cabezas metatarsales en un mismo plano transverso, evitando así la inversión de la ASA y el varo de Calcáneo. En el caso de deformidades flexibles y semiflexibles, esta pieza previene la repentina y excesiva flexión dorsal e inversión que puede sufrir el primer metatarsiano en la fase de apoyo completo y causante de gran parte de la sintomatología de esta deformidad. Si la deformidad es rígida, el post de 2° a 5° permitirá que la cabeza del primer metatarsiano no apoye prematuramente en el suelo y repartirá la carga entre todas las cabezas metatarsales. En el caso de deformidades más graves, en las que también sea necesario controlar la fase propulsiva, el post de 2° a 5° se podrá extender longitudinalmente hasta la base de los dedos, de forma que también se dará apoyo a las cabezas metatarsales en esta fase. Hay que señalar que si el quinto metatarsiano tiene exceso de movilidad en flexión dorsal, el post de antepié será de 2° a 4° en vez de 2° a 5°.

Se realizará tratamiento quiropodológico cuando aparezcan hiperqueratosis y/o helomas en aquellas zonas que soportan mayor presión.

El tratamiento fisioterápico<sup>11</sup> estará indicado cuando existan adherencias en los tejidos blandos que limiten el movimiento articular. De esta forma, se realizarían manipulaciones con objeto de eliminar las citadas adherencias.

Para disminuir la sintomatología dolorosa, inflamatoria... se puede recomendar la administración de AINE.



**Fig. 1.** Presencia de hiperqueratosis

Si la deformidad tiene una etiología neurológica deberá ser el neurólogo quien pauté un tratamiento según su especialidad.

Finalmente, según Sgarlato<sup>18</sup>, cuando la flexión plantar rígida del primer metatarsiano es mayor a 10° el tratamiento recomendado será el quirúrgico (osteotomía de cierre dorsal en la base).

## 2. CASO CLÍNICO

### 2.1. Anamnesis

Varón de 16 años de edad, 190 cm de estatura y 88 kg de peso que presenta molestias bajo las cabezas metatarsales durante la deambulación. Refiere dolor gradual, mecánico y de un año de evolución. Realiza actividades físicas tales como atletismo, ciclismo y lucha. No refiere enfermedades sistémicas, actos quirúrgicos previos o alergias medicamentosas conocidas. Anteriormente, diagnosticaron al paciente de pie cavo valgo, instaurándole como tratamiento una ortesis plantar termoconformada con ALI, ALE y almendra retrocapital.

### 2.2. Exploración clínica

A la inspección en sedestación, la coloración de la piel es normal. En ambos pies presenta hiperqueratosis marcada bajo la articulación interfalángica del hallux, 2ª y 5ª cabezas metatarsales, siendo moderada bajo 1ª y 4ª cabezas metatarsales (Fig. 1). No presenta heridas o úlceras. En descarga, el ALI se encuentra aumentado y presenta garra digital de 2° a 5° dedos de forma bilateral (Fig. 2).



**Fig. 2.** Dedos en garra

Cuando exploramos la movilidad del primer radio observamos que es simétrica la flexión dorsal y plantar (Fig. 3 y 4). Lo mismo sucede con la movilidad del quinto radio. La primera articulación metatarsofalángica tiene limitada su movilidad tanto en descarga como en carga.

Si observamos la posición del antepié, este se encuentra en varo con respecto al retropié y además se aprecia un primer metatarsiano en flexión plantar (Fig. 5). También realizamos la maniobra de aproximación a la realidad para el antepié (MARA), descrita por Sánchez<sup>19</sup>,

donde de nuevo se aprecia el varo de antepié y la flexión plantar del primer metatarsiano (Fig. 6).

Se valora la movilidad de la articulación subastragalina (ASA) (Fig. 7 y 8) y tibio-peroneo-astragalina (TPA) (Fig. 9) obteniendo los siguientes resultados:

		PIE DCHO	PIE IZQ
ASA	inversión	32°	35°
	eversión	16°	17°
TPA	rodilla en extensión	102°	104°
	rodilla en flexión	118°	120°



Fig. 3. Exploración de la flexión plantar del 1er radio



Fig. 4. Exploración de la flexión dorsal del 1er radio



Fig. 5. Posición del antepié respecto al retropié



Fig. 6. Posición del antepié realizando MARA

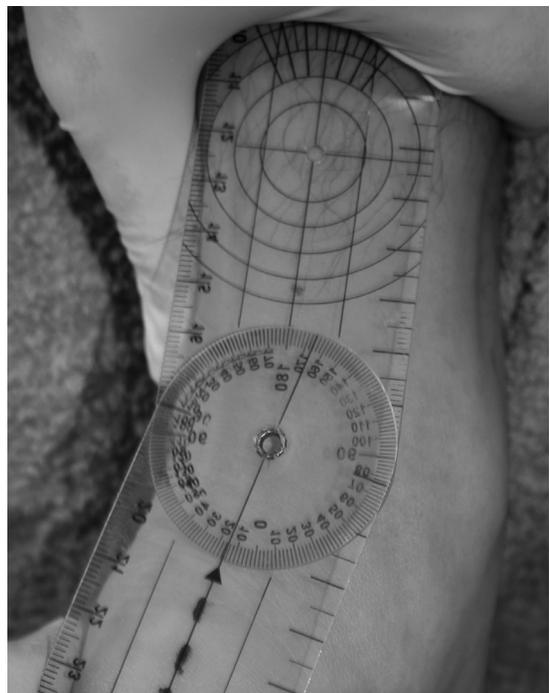


Fig. 7. Medición de la inversión de la ASA del pie derecho

En bipedestación se mide la posición de los ejes del Calcáneo (Fig. 10) y Tibia dando como resultados los siguientes:

	PIE DCHO	PIE IZQ
Eje Calcáneo	4° VL	5° VL
Eje Tibia	2° VR	3° VR

Con estos resultados se puede calcular la posición neutra de la ASA así como su eversión total. La posición neutra de la ASA la hallaremos mediante el método de cálculo. Para ello sabemos que:

- Inversión subtalar pasiva es igual a 2/3 del rango de movilidad articular.
- Eversión subtalar pasiva es igual a 1/3 del rango de movilidad articular.
- Posición neutra de la ASA = [(inversión + eversión) / 3] – eversión
- El resultado normal es de 0° a 2° VR (es como más congruente se encuentra la ASA).

De este modo, en nuestro paciente:

- Posición neutra ASA pie dcho. =  $[(32 + 16) / 3] - 16 = 0°$
- Posición neutra ASA pie izq. =  $[(35 + 17) / 3] - 17 = 0,3° VR$

Para calcular la eversión total de la ASA sabemos que:

- La posición normal de eje tibioperoneo posterior es de 0° a 6° VR.
- A mayor posición en VR del eje mayor deberá ser la eversión de la ASA para que el borde medial del Calcáneo contacte con el suelo y viceversa.
- Eversión total ASA = posición neutra ASA + grados patológicos del eje tibioperoneo posterior + posición eje clínico del Calcáneo.

Así, en nuestro paciente:

- Eversión total ASA pie dcho. =  $0° + 0° + 4° = 4°$  eversión total.
- Eversión total ASA pie izq. =  $0,3° + 0° + 5° = 5,3°$  eversión total.

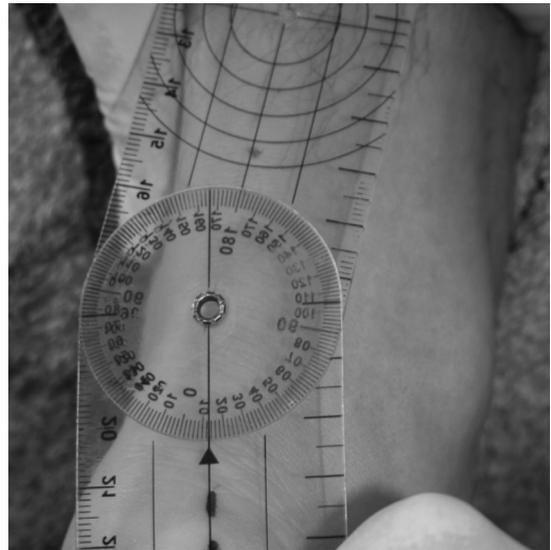


Fig. 8. Medición de la eversión de la ASA del pie derecho



Fig. 9. Medición de la flexión dorsal de la TPA

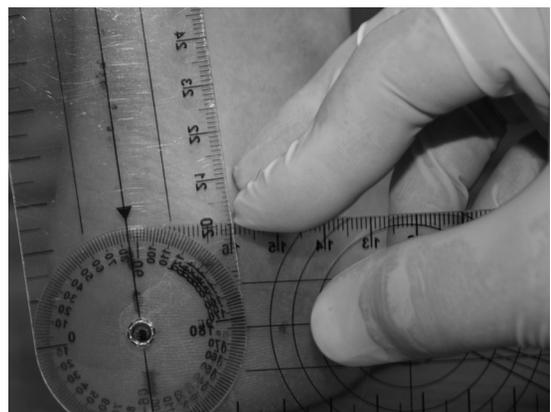


Fig. 10. Medición de la posición del eje del Calcáneo del pie derecho

Estos resultados se han de relacionar con la posición del antepié con respecto al retropié.

En carga, podemos observar que los arcos están presentes y que desaparece la garra digital. La altura de los pliegues poplíteos y de los hombros es simétrica.

Durante el estudio de la marcha se pudo apreciar que la longitud del paso se encuentra ligeramente aumentada aunque simétrica. El apoyo de talón se realiza de manera neutra y en la fase de apoyo completo se puede apreciar ligera pronación de la ASA. El despegue aparece propulsivo y en la fase de oscilación se observa garra digital.

### **2.3. Exploraciones complementarias**

En el podoscopio se observan huellas simétricas, normales aunque con el istmo ligeramente ensanchado. El apoyo de talón es normal, sin predominar el apoyo sobre algún borde. En el antepié se aprecia aumento de presión sobre las 2ª y 5ª cabezas metatarsales así como bajo las 2ª y 4ª cabezas, siendo en estas últimas en menor medida. También existe ligero aumento de presión bajo la 1ª cabeza metatarsal. Se observa hallux extensus puesto que apreciamos aumento de apoyo en la zona plantar de la articulación interfalángica del hallux.

No se solicitan radiografías, RMN o ECO puesto que no lo justifica la sintomatología. Sin embargo el paciente posee radiografías convencionales en proyección lateral y dorsoplantar en carga. En la radiografía lateral se observa un pie supinado (apertura del seno del tarso, gran visibilidad del Cuboides, gran visibilidad del 4º y 5º metatarsianos, etc.). No se aprecian alteraciones significativas.

### **2.4. Diagnóstico diferencial**

Principalmente hemos de realizar diagnóstico diferencial con antepié valgo. Sin embargo la exploración clínica nos hace descartarlo puesto que la cabeza del primer metatarsiano no se encuentra en el mismo plano transversal de los demás metatarsianos, encontrándose en un plano inferior. Además, en la exploración se observó que el antepié se situaba en una posición de ligero varo con respecto al retropié.

En las radiografías que aporta el paciente no se observa una ruptura del eje formado por el primer metatarsiano y la primera cuña, lo que hace descartar también el diagnóstico de Metatarsus Primus Equinus.

### **2.5. Método diagnóstico definitivo**

La anamnesis y la exploración clínica son definitivas para establecer el diagnóstico en este paciente. Los signos y síntomas encontrados en ellas son compatibles con deformidad en flexión plantar del primer radio flexible asociado a varo de antepié.

### **2.6. Tratamiento**

Consistirá en una ortesis plantar termoconformada a medida. La pieza que dará el efecto terapéutico será un post de antepié de 2º a 5º que termine en la zona distal de la diáfisis de los citados metatarsianos, teniendo su mayor altura en el 2º metatarsiano y muriendo a cero hacia el 5º. Comenzará a utilizarse de manera gradual de forma que en una semana el paciente podrá colocársela durante todo el día.

Se utilizará un calzado adecuado, con cavidad para el pie y la ortesis plantar, de materiales nobles, suela de goma, flexible en la zona del antepié, cambrillón, acordonado y contrafuerte posterior.

También se realizará tratamiento quiropodológico con objeto de eliminar la hiperqueratosis de debajo de las cabezas metatarsales y de la articulación interfalángica del hallux.

La primera revisión se realizará al cabo de un mes tras la instauración del tratamiento y con objeto de conocer su adaptabilidad. Si todo es correcto, la próxima revisión se realizaría al cabo de 6 meses.

### **2.7. Comentario**

La etiología de la deformidad del paciente será posicional adquirida, como forma compensatoria al pie supinado que se observa en la radiología, antepié varo, etc. La primera cabeza metatarsal contacta prematuramente con el suelo puesto que el primer radio se encuentra en flexión plantar. Al tratarse de una deformidad flexible, las fuerzas reactivas del suelo elevan

rápidamente la cabeza del primer metatarsiano por encima del plano transversal de las demás cabezas metatarsales, quedando el primer radio liberado de carga y transfiriéndola al segundo. De este modo aparece la ligera hiperqueratosis bajo la 1ª cabeza metatarsal y más marcada bajo la 2ª que presenta el paciente. También se explica de este modo que el ALI se encuentre aumentado en descarga y ligeramente disminuido en carga. Este movimiento hacia flexión dorsal del primer metatarsiano es directamente proporcional al rango de movimiento de eversión que ha de realizar la ASA para hacer que todo el antepié contacte con el suelo. Nuestro paciente presenta dicho rango de movilidad tal y como

vimos en la exploración clínica. El hecho de que el primer metatarsiano se sitúe en una posición de flexión dorsal da lugar al Hallux Limitus que presenta el paciente tanto en carga como en descarga y así la hiperqueratosis que observamos bajo la articulación interfalángica del hallux. Colocando un posting de antepié de 2º a 5º metatarsiano evitamos la repentina y excesiva flexión dorsal e inversión que puede sufrir el primer metatarsiano en la fase de apoyo completo, por lo que evitaremos toda su patomecánica. Debido al antepié varo que también presenta el paciente, el posting de antepié tendrá su mayor altura en el 2º metatarsiano y morirá a cero hacia el 5º.

## BIBLIOGRAFÍA

1. VALMASSY RL. Clinical biomechanics of the lower extremities. St Louis (MO): Mosby; 1996.
2. ALCORISA O, PRATS B, VAZQUEZ FX, VERDAGUER J, VERGÉS C, VILA RM. Alteraciones del primer radio en el plano sagital. Tratamiento ortopodológico. Revista Española de Podología 2004; XV (5): 240-243.
3. GLASOE WM, YACK HJ, SALTZMAN CL. Anatomy and Biomechanics of the First Ray. Physical Therapy 1999 sep; 79 (9): 854-859.
4. SEIBEL MO. Función del pie. Texto programado. Madrid: Ortocen Editores; 1994.
5. ROOT ML, ORIEN WP, WEED JH, HUGHES RJ. Exploración Biomecánica del Pie. Volumen 1. Madrid: Ortocen Editores; 1991.
6. PRATS B, VERGES C. Deformidades del primer radio en el plano sagital. El Peu 1998; 72: 418-420.
7. CORNWALL MW, FISHCO WD, McPOIL TG, RAE LANE C, O'DONNELL D, HUNT L. Reliability and Validity of Clinically Assessing First-Ray Mobility of the Foot. Journal of the American Podiatric Medical Association 2004 sep-oct; 94 (5): 470-476.
8. KRAVITZ S, LAPORTA G, LAWTON L. KLL progressive staging classification of hallux limitus and hallux rigidus. The Lower Extremity, vol. 1, 1994, 56-66.
9. ROOT ML, ORIEN WP, WEED JH. Normal and abnormal function of the foot. Los Angeles (CA): Clinical Biomechanics Corporation; 1977.
10. PEREZ HR, REBER LK, CHRISTENSEN JC. The Effect of Frontal Plane Position on First Ray Motion: Forefoot Locking Mechanism. Foot & Ankle International 2008 jan; 29 (1): 72-76.
11. MICHAUD TC. Foot Orthoses and Other Forms of Conservative Foot Care. Baltimore (MD): Williams and Wilkins; 1993.
12. SHIRK C, SANDREY MA, ERIKSON M. Reliability of First Ray Position and Mobility Measurements in Experienced and Inexperienced Examiners. Journal of Athletic Training 2006 mar; 41 (1): 93-101.
13. KIM J-Y, HWANG SK, TAI LEE K, YOUNG K, JUNG JS. A Simpler Device for Measuring the Mobility of the First Ray of the Foot. Foot & Ankle International 2008 feb; 29 (2): 213-218.
14. FRITZ GR, PRIESKORN D. First Metatarsocuneiform Motion: A Radiographic and Statistical Analysis. Foot & Ankle International 1995 mar; 16 (3): 117-123.
15. GLASOE WM, ALLEN MK, YACK HJ. Measurement of Dorsal Mobility in the First Ray: Elimination of Fat Pad Compression as a Variable. Foot & Ankle International 1998 Aug; 19 (8): 542-546.
16. GLASOE WM, YACK HJ, SALTZMAN CL. The Reliability and Validity of a First Ray Measurement Device. Foot & Ankle International 2000 mar; 21 (3): 240-245.

17. GLASOE WM, ALLEN MK, SALTZMAN CL, LUDEWIG PM, SUBLETT SH. Comparison of Two Methods used to Assess First-Ray Mobility. *Foot & Ankle International* 2002 mar; 23 (3): 248-252.
18. SGARLATO TE. *A compendium of Podiatric Biomechanics*. San Francisco (CA): California College of Podiatric Medicine; 1971.
19. SÁNCHEZ R, BECERRO DE BENGOA R, LOSA ME, GÓMEZ B. MARA: maniobra de aproximación a la realidad para el antepié. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas* 2007; 1(2): 17-24.