



UNIVERSITAT DE BARCELONA



5º RADIO: BIOMECÁNICA Y FUNCIÓN

Trabajo Final de Grado

GRADO DE PODOLOGÍA

Autora: CELIA ZAMORA ORTIZ

Tutor: CARLES VERGÉS SALAS

ÍNDICE DEL TRABAJO:

	Págs.
RESUMEN	4
ESTADO ACTUAL DEL TEMA	5
OBJETIVOS	5
INTRODUCCIÓN	6 - 25
MÉTODOS	26 - 27
DISCUSIÓN	28 - 31
CONCLUSIÓN	32
AGRADECIMIENTOS	32
BIBLIOGRAFÍA	33 - 34

ÍNDICE DE IMÁGENES, TABLAS Y GRÁFICOS:

IMÁGENES	Págs.
Imagen 4.1. Visión proximal de los huesos del tarso y metatarsianos (Sobotta, 2006)	6
Imagen 4.2. Visión lateral de las articulaciones del pie con los ligamentos y tendones (Sobotta, 2006)	7
Imagen 4.3. Visión plantar de los orígenes e inserciones musculares en los huesos del pie (Sobotta, 2006)	7
Imagen 4.4. Visión dorsal de los orígenes e inserciones musculares en los huesos del pie. (Sobotta, 2006)	9
Imagen 4.5. Plano profundo de los músculos del pie en el que se puede observar el Músculo oponente del quinto dedo (Sobotta, 2006)	9
Imagen 4.6. Eje de movimiento del quinto radio (Root,2012)	13
Imagen 4.7. Eje de movimiento del quinto radio visto de forma anteroposterior a nivel de las articulaciones tarsometatarsianas. (Root, 2012)...	13
Imagen 4.8. Ángulo que forma el eje del quinto radio con el plano del suelo. (Viladot, 1984)	13

	Págs.
Imagen 4.9. Con la compresión de los tres cuneiformes y el navicular, el cuboides, trapezoidal en su contorno, actúa de forma clave del arco lateral, cuyo pilar posterior es el calcáneo y su pilar anterior cuarto y quinto metatarsianos, quedando la columna lateral firmemente estabilizada. (Perry, 1992)	16
Imagen 4.10. Acción del cuboides sobre el quinto radio. (Root, 2012)	17
Imagen 4.11. Excesiva inversión de la subtalar. (a) Falta de contacto del primer metatarsiano e inicio prematuro de la actividad del quinto metatarsiano. (b) Contacto solamente por la cabeza del quinto metatarsiano	18
Imagen 4.12. Excesiva eversión de la subtalar. Línea moteada: falta de actividad normal de talón. Línea cuadriculada: actividad adicional. La longitud de la línea sólida negra indica la duración de la actividad en el pie	19

TABLAS

Págs.

Tabla 4.1: Valores ponderados del pico máximo de presión del quinto radio durante la fase de apoyo de la marcha según el tipo de pie: normal, pronado y supinado	21
Tabla 4.2. Comparación entre artículos buscados en la base de datos Pubmed	29

GRÁFICOS

Págs.

Gráfico 4.1: Valores ponderados del pico máximo de presión del quinto radio durante la fase de apoyo de la marcha según el tipo de pie: normal, pronado y supinado	22
---	----

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE:

El quinto radio, formando únicamente por el quinto metatarsiano, es un hueso con una forma característica, gran cantidad de inserciones musculares en su base y en su cuerpo. Articula a su vez con el cuboide y el cuarto metatarsiano, junto con los que forma la columna lateral del pie. Posee además un eje de movimiento triplanar independiente, razón por la cual dispone de movimiento de supinación y pronación y menor movimiento de abducción y adducción, también presentes. Durante el ciclo de la marcha posee especial importancia en las fases del choque de talón, por ser la primera estructura que contacta con el suelo a través de la columna medial, y durante la fase de apoyo total, ya que el peroneo corto lo empuja contra el cuboide y sinérgicamente con el tibial posterior y el peroneo largo generan una compresión que estabiliza el antepié. La inquietud de realizar dicho trabajo ha sido la escasez de información acerca de la biomecánica del quinto metatarsiano.

Palabras clave: “quinto radio”, “biomecánica”

Fifth ray, formed only by the fifth metatarsal, is a bone with a special form, lots of muscular insertions in his base and in his body. It articulates with the cuboid and forth metatarsal and they formed the lateral column of the foot. It has also a triplanar axis independent movement, for wich reason it has supination and pronation movements and less abduction and aduction movement, also existing. During gait cycle it takes special importance during heel strike because it 's the first structure that contacts with the floor through the lateral column, and during midstance because peroneus brevis push it against cuboid and togheter posterior tibial and peroneus longus generates a compression that stabilizes the forefoot. The inquietude about doing this review has been the shortage of information about the biomechanic of the fifth ray.

Key words: “Fifth ray”, “biomechanics”

2. ESTADO ACTUAL DEL TEMA

El quinto radio, junto con el primero, disponen de movimiento independiente, por lo que merecen especial atención. El primer radio sí dispone de información propia en revistas, libros y bases de datos, sin embargo es el quinto el que carece de esta información y es por ello que se ha realizado la presente revisión bibliográfica. La información existente acerca de la biomecánica del quinto radio más reciente que se ha encontrado para la realización de esta revisión bibliográfica datan de alrededor de 1990, como los artículos de Scott (1999) y Shereff (1990) y ambos citan lo ya afirmado por Root en el año 1977. Los anteriores estudios se remontan a 1953, en el artículo de la revista *Journal of anatomy* publicado por Hicks.

3. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión bibliográfica referente a la biomecánica y función del quinto radio, realizando una breve descripción anatómica y redactando posteriormente la influencia del mismo durante las distintas fases de la marcha, desde el choque de talón hasta el periodo propulsivo. El presente trabajo pretende por tanto analizar con exactitud la implicación del quinto radio en las distintas fases de la marcha para describir más exhaustivamente cuál es su función.

4.. INTRODUCCIÓN:

4.1. Anatomía: estabilizadores e implicaciones del 5º radio durante la marcha.

Como todo hueso del cuerpo, el quinto metatarsiano posee una forma específica que lo hace diferente al resto de metatarsianos. La base del quinto metatarsiano se prolonga hacia atrás y afuera formando la apófisis estiloides, en donde se inserta el peroneo corto (Viladot,1984).

Es el único metatarsiano que es más ancho por su base que por su cabeza, dotado de una apófisis lateral, quizá porque es el único que contacta el suelo por su base.

El quinto metatarsiano se articula únicamente con tres huesos: por detrás y arriba con el cuboides; por detrás y adentro con el cuarto metatarsiano y, por delante, con la falange proximal del quinto dedo.

Su articulación con el cuboides forma parte de la articulación tarsometatarsiana correspondiente a la línea articular de Lisfranc, que es una estructura esquelética y capsuloligamentosa que aporta estabilidad al mediopié y retropié junto con el resto de articulaciones tarsometatarsianas (Nassir et al., 2014).

El quinto metatarsiano tiene una sola carilla articular (Imagen 4.1), que es constante, situada en la parte medial para articularse con el cuarto metatarsiano, a diferencia del resto de metatarsianos, como tercero y cuarto que disponen de siete o el segundo que dispone de seis. El primero, por el contrario, también posee solo una, al igual que el quinto, pero está situada en la cara lateral, para articular con el segundo (Gray, 2010).

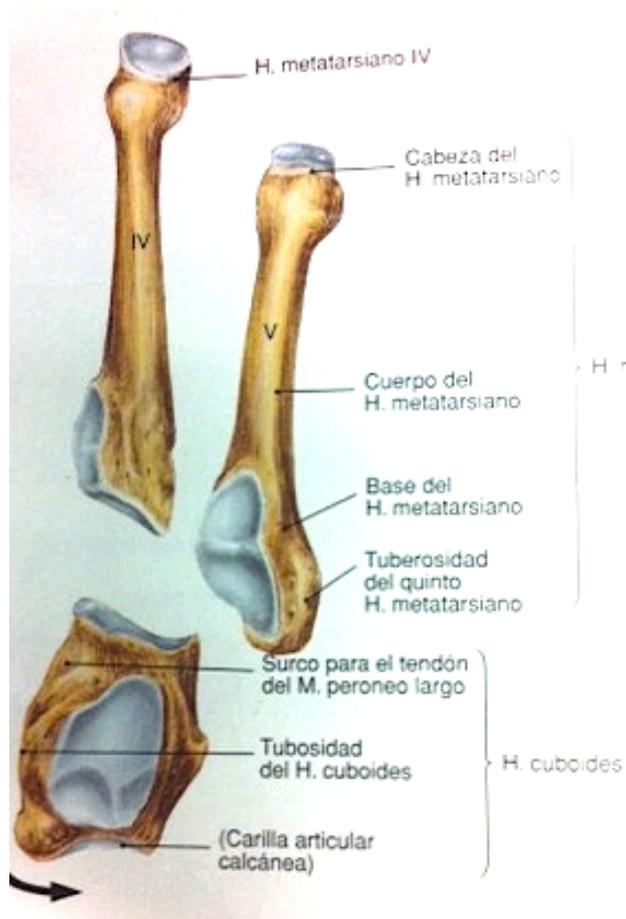


Imagen 4.1. Visión proximal de los huesos del tarso y metatarsianos. (Sobotta, 2012)

La base del quinto metatarsiano está conectada al cuboides por un ligamento que se extiende dorsolateral a la base del mismo. En algunos individuos, una banda transversa se extiende desde este ligamento también al dorso del tercer cuneiforme (Valmassy, 1996).

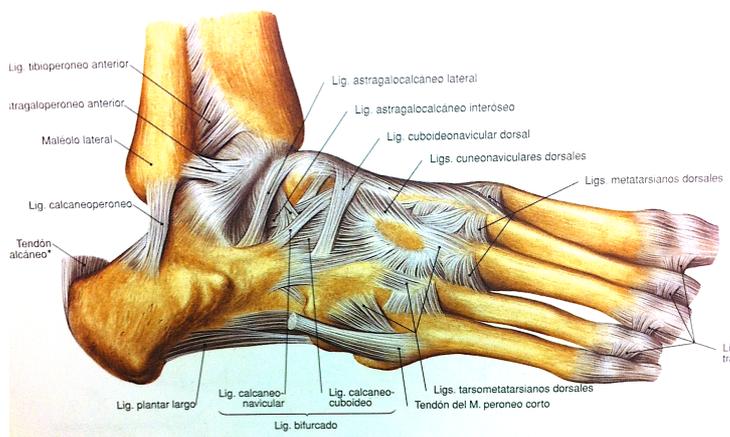


Imagen 4.2. Visión lateral de las articulaciones del pie con los ligamentos y tendones (Sobotta, 2006)

Para valorar la musculatura correspondiente al quinto radio es necesario dividirla en aquellos músculos que se insertan en el metatarsiano y aquellos que se insertan en el propio dedo, ya que todos ellos contribuyen en la función del quinto radio.

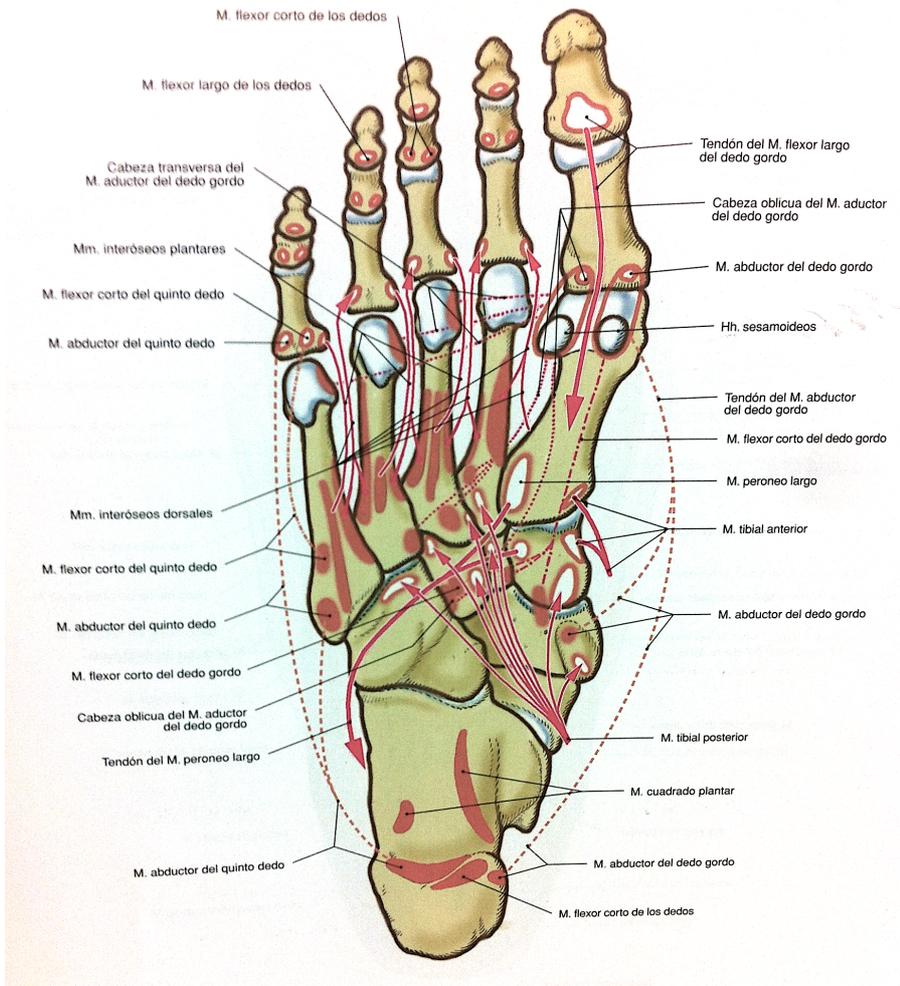


Imagen 4.3. visión plantar de los orígenes e inserciones musculares en los huesos del pie (Sobotta, 2012)

Estos músculos que participan en el 5º radio y se insertan en el propio metatarsiano son (Imagen 4.3 y 4.4):

- Interóseos plantares y dorsales. Asisten a los músculos Flexor largo y Flexor corto de los dedos a la función de la propulsión.

- Abductor y flexor corto del quinto dedo. El abductor corto del quinto dedo se hace visible a nivel de la articulación calcáneo cuboidea y discurre sobre la base del quinto metatarsiano. A este nivel se desliza sobre la tuberosidad de la base del quinto metatarsiano, separándose de ésta por una bursa. El flexor corto puede estar unido en mayor o menor parte al abductor del quinto dedo.
- Oponente del quinto dedo: es un músculo triangular que se origina en la vaina del tendón del músculo peroneo largo y en la cresta del cuboides. El tendón envuelve la base del quinto metatarsiano y da origen a las fibras que se insertan en el borde lateral del quinto metatarsiano.
- Peroneo corto. Su acción es principalmente de eversión y ejercen acción durante la fase de contacto total del ciclo de la marcha.
- Peroneo tercero. Músculo accesorio al peroneo corto y que por tanto realiza la misma función.

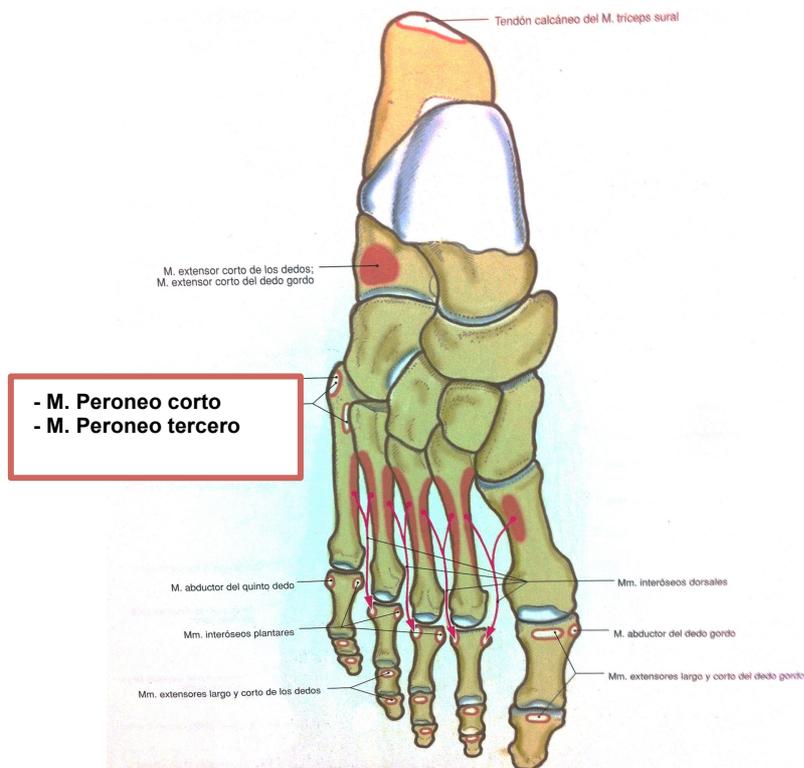


Imagen 4.4. Visión dorsal de los orígenes e inserciones musculares en los huesos del pie. (Sobotta, 2012)

Los interóseos y el oponente (Imagen 1.5) se insertan en el cuerpo del metatarsiano, mientras que los flexores y el abductor se insertan en su base, conjuntamente al Peroneo corto (Perry, 2010).

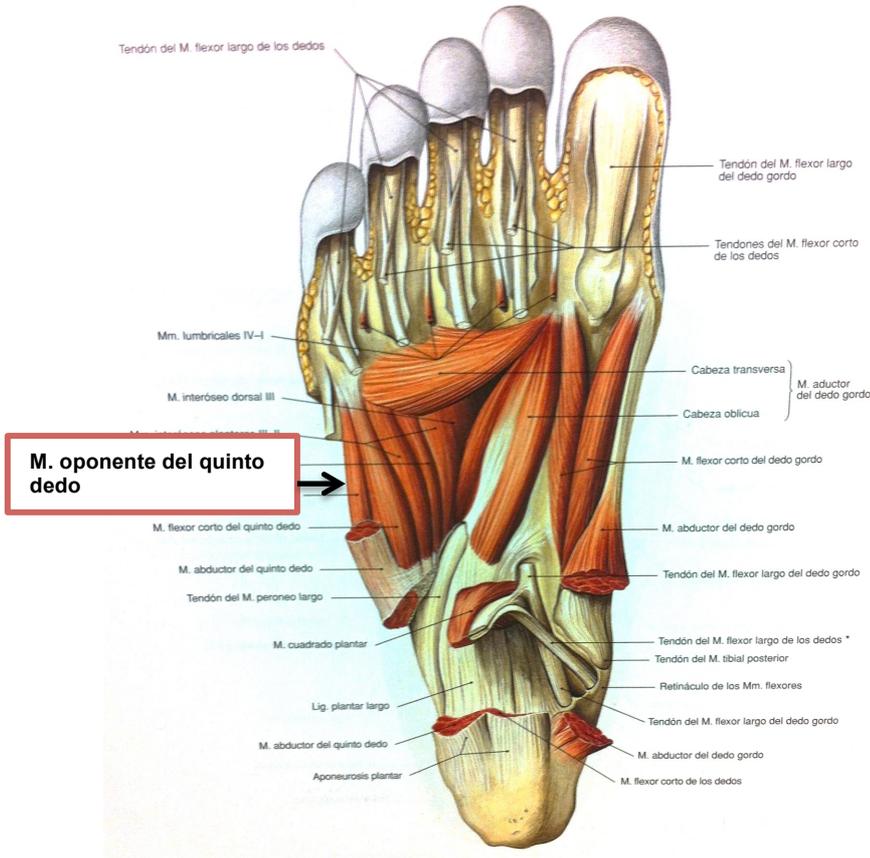


Imagen 4.5. Plano profundo de los músculos del pie en el que se puede observar el Músculo oponente del quinto dedo (Sobotta, 2012)

Referente a los músculos que se insertan en el quinto dedo se citan los siguientes (Imagen 4.3) :

- Flexor corto del quinto dedo
- Abductor del quinto dedo
- Interóseos plantares
- Flexor corto de los dedos
- Flexor largo de los dedos

El músculo flexor corto del quinto dedo, junto con el abductor y los interóseos plantares, se insertan en la base de la falange proximal. El músculo 11

flexor corto de los dedos se inserta en la base de la falange media y el largo de los dedos en la base de la falange distal, ambos músculos encargados de la estabilización de los dedos contra el suelo para la propulsión de las articulaciones metatarsofalángicas (Perry, 2010)

Cualquier movimiento en el que esté implicado alguno de los músculos citados anteriormente hará que exista una movilidad del quinto radio, en mayor o menor medida.

Una vez citada toda la parte anatómica correspondiente al quinto radio, se procederá a profundizar en la biomecánica del mismo.

4.2. Función: movimientos específicos e implicaciones de carga del quinto radio durante la marcha.

El 5º radio está compuesto exclusivamente por el 5º metatarsiano. Posee movimiento propio de flexión plantar y flexión dorsal. Cuando la amplitud de flexión plantar excede a la amplitud de flexión dorsal, la alteración es llamada deformidad del 5º radio plantarflexionado. Cuando la amplitud de flexión dorsal excede a la amplitud de flexión plantar, la deformidad se describe como una deformidad del 5º radio dorsiflexionado (Banks, 2001). Estas deformidades pueden ser congénitas (amplitud completa de movimiento en una dirección anormal, también denominada deformidad en el eje sagital) o adquiridas (amplitud disminuida o ausente, también denominada deformidad triplanar).

El 5º metatarsiano, junto con el 1º, son los más flexibles de los metatarsianos, por sus ejes independientes de movimiento. Hay diversas teorías que lo largo de los años han intentado buscar el porqué de este movimiento independiente. Investigadores como Hicks o Root han sugerido que puede ser debida a una hiperlaxitud del 4º ligamento intermetatarsiano (Hicks, 1953) . Root afirma, tal y como cita McGlamary (2001), que una 12

subluxación a nivel de la articulación metatarso-cuboidea puede ocasionar una deformidad del 5º radio. Esta alteración también puede ser producto de una causa congénita.

Como se ha citado anteriormente, el quinto metatarsiano posee un eje independiente de movimiento. El 5º metatarsiano se mueve en las direcciones de supinación y pronación alrededor de un eje triplanar de movimiento (Imagen 4.6. y 4.7). Su eje de movimiento está en un ángulo de aproximadamente 20º con el plano transverso y 35º con el plano sagital. Por lo tanto, las cantidades de inversión y eversión y flexión dorsal y plantar son grandes y las cantidades de abducción y aducción son pequeñas cuando el 5º metatarsiano supina y prona (Banks, 2001). Además, al igual que ocurre con el primer radio, en el plano sagital los movimientos del eje del 5º radio están limitados por la tensión de los ligamentos capsulares y la fascia plantar; y en el eje transverso los movimientos están limitados por los ligamentos colaterales (Kelikian, 2012).

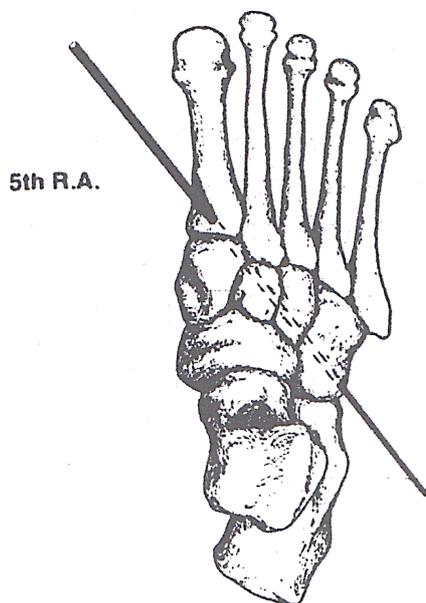


Imagen 4.6. Eje de movimiento del quinto radio. (Root,2012)

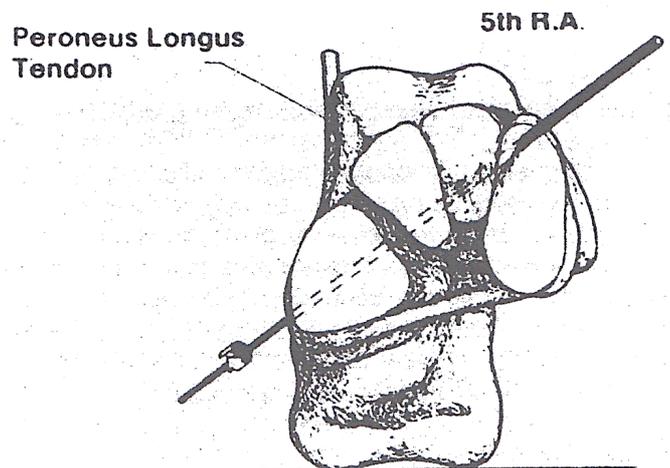


Imagen 4.7. Eje de movimiento del quinto radio visto de forma anteroposterior a nivel de las articulaciones tarsometatarsianas. (Root, 2012).

Hicks (1953) describe su eje independiente de movimiento como paralelo al eje oblicuo de la articulación mediotarsiana.

Además, Viladot referenciando a Fick, menciona que el ángulo que forman los ejes de los metatarsianos con el plano del suelo decrece del primero al último metatarsiano, y sería de 5° para el 5º metatarsiano (Jahss, 1991)(Imagen 4.8).

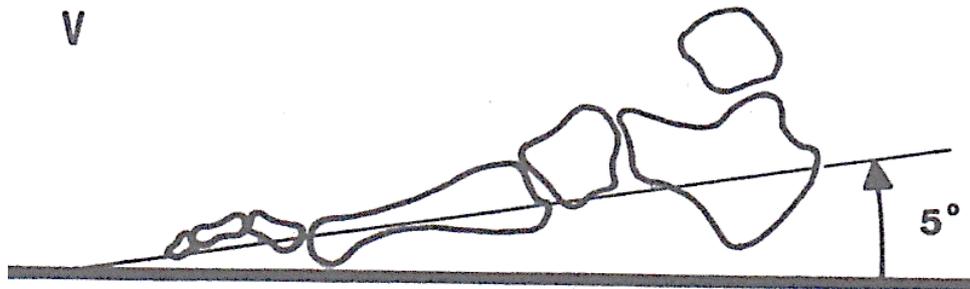


Imagen 4.8. Ángulo que forma el eje del quinto radio con el plano del suelo. (Viladot, 1984).

La biomecánica del 5º radio durante la marcha es crucial para saber qué movimientos realiza y dónde se encuentran sus implicaciones en la carga.

Para entender sus implicaciones es necesario describir su función en base al ciclo de la marcha.

El ciclo de la marcha se divide por tanto, en choque de talón, contacto total y despegue o propulsión.

CHOQUE DE TALÓN

Durante el choque de talón, las fuerzas de reacción del suelo se dirigen posteriores al tobillo, resultando como consecuencia una rápida plantarflexión del pie.

Esta acción de plantarflexión se lleva a cabo mientras los músculos pre-tibiales ejercen la fuerza necesaria para decelerar de manera excéntrica este movimiento. Esta deceleración sirve para absorber a su vez las fuerzas de reacción del suelo. Durante este choque de talón es la parte lateral del pie la que establece el primer contacto con el suelo, por lo que la placa plantar 14

adquiere firmeza primeramente por la columna lateral. Los músculos tibiales, además, supinan el antepié, que resulta en una posición invertida del pie con respecto al suelo, por ello el contacto lateral produce un movimiento de pronación. Conforme esta pronación aumenta, también aumenta el rango de movimiento de la articulación mediotarsiana. Esta fase termina cuando todo el pie está apoyado y comienza la fase de despegue de la pierna contralateral.

CONTACTO TOTAL

Durante la fase de contacto total la rodilla extiende progresivamente mientras en pie está apoyado y la tibia avanza, provocando una dorsiflexión de tobillo. El exceso de dorsiflexión es resistido por el músculo sóleo. Tal y como describe Root (2012), el antepié, que estaba en posición supinada, realiza una pronación. Al final de la fase de apoyo, esta pronación asiste a la superficie dorsal del cuboides a rotar bajo la superficie dorsal del calcáneo bloqueando la articulación mediotarsiana, aumentando con ello la estabilidad del pie.

Realizan aquí función los músculos peroneos largo y corto. Ambos músculos crean una fuerza pronadora de la articulación subtalar que resiste parcialmente las fuerzas supinadoras generadas por la musculatura superficial y profunda de la cara posterior de la pierna, como son los músculos gastrocnemio y sóleo. El peroneo largo es además el principal estabilizador del primer radio y actúa conjuntamente con el músculo tibial posterior estabilizando el mediopié. El peroneo largo genera una fuerza abductora y posterior en su inserción en el primer metatarsiano y el tibial posterior genera una fuerza aductora y posterior también en su inserción en el navicular. Ambas fuerzas generan una fuerza de compresión en el mediopié que hacen que los metatarsianos estén estabilizados durante la fase de contacto total y el primer momento de la propulsión.

El peroneo corto ejerce también una fuerza de compresión del mediopié, ya que empuja el quinto metatarsiano contra el cuboides y el cuboides en el calcáneo, estabilizando la columna lateral.

Según afirmó Manter¹, partiendo del eje axial del talón, la compresión longitudinal del quinto radio se acompaña de una compresión transversal de los tres cuneiformes y del cuboides. La compresión del cuboides es clave para la columna lateral, cuyo pilar posterior es el calcáneo y su pilar anterior quinto y cuarto metatarsianos (Perry,2010). Es por todo ello que la columna lateral queda firmemente estabilizada, estabilizando con ello el quinto radio (Imagen 4.9).

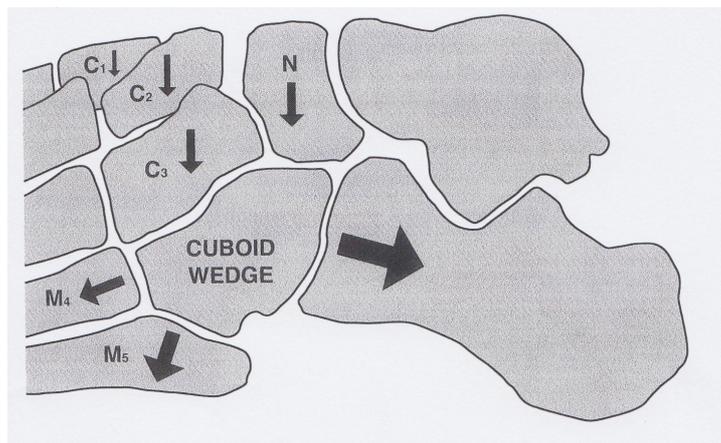


Imagen 4.9. Con la compresión de los tres cuneiformes y el navicular, el cuboides, trapezoidal en su contorno, actúa de forma clave del arco lateral, cuyo pilar posterior es el calcáneo y su pilar anterior cuarto y quinto metatarsianos, quedando la columna lateral firmemente estabilizada. (Perry, 1992).

Las cargas, al llegar al cuboides, en el instante en el que el pie debe empezar a pronar, estimulan una contracción del peroneo largo, que provoca un desplazamiento del cuboides en sentido craneal, aumentando la angulación entre los ejes del mismo y el quinto metatarsiano, colocándose el cuboides encima de la base del quinto metatarsiano todo lo que le permiten las estructuras ligamentosas (Imagen 4.10).

¹ Citado por Perry (2010)

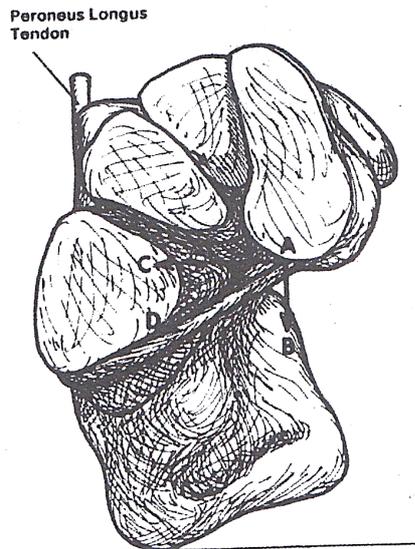


Imagen 4.10. Acción del cuboides sobre el quinto radio.
(Root, 2012).

De este modo, descarga sobre la base del quinto metatarsiano la mayor parte de las cargas que recibe el calcáneo, disipando, las fuerzas por tracción a través de las inserciones de la fascia plantar. Debido a ello, cuando existe un exceso de supinación, el cuboides, ya levantado sobre el quinto metatarsiano, se encuentra en una posición espacial inadecuada para transmitir las cargas al resto de la cadena, provocando una situación de estrés articular, con la consiguiente descompensación biomecánica, activando en algunos casos al peroneo corto que, ayudado por el bostezo articular del cuboides con el quinto metatarsiano, favorecerá una desviación en abducción. (Root, 2012).

El extensor largo de los dedos asiste al tibial anterior durante el choque de talón decelerando la plantarflexión del tobillo. Durante la fase de apoyo total estos músculos no realizan ninguna función al estar el pie totalmente apoyado en el suelo. Posteriormente son los primeros músculos que inician la contracción, por lo que dorsiflexionan el tobillo a la vez que mantienen una pronación a través del eje oblicuo de la articulación mediotarsiana. El flexor largo, además, mantiene una fuerza de compresión en los radios menores y los músculos interóseos, que estabiliza los dedos sobre sus cabezas metatarsianas preparándolos para la propulsión.

Durante la fase de apoyo se produce la contracción del abductor del quinto dedo, así como también el pedio, abductor del primer dedo, flexor de los dedos, flexor corto del primer dedo e interóseos (Jahss, 1991). Reeser et al. afirmaron que además de participar todos estos músculos en evitar la caída del arco interno, también el abductor del quinto dedo contribuye a regular la distribución de fuerzas a nivel del antepié.

PROPULSIÓN O DESPEGUE

La fase de propulsión o despegue comienza con el levantamiento del talón del suelo. Gastrocnemio y sóleo se contraen excéntricamente estabilizando rodilla y tobillo mientras conectan de proximal a distal estas estructuras como si se tratase de un cable. Mientras esto ocurre se transmite al tobillo la fuerza de empuje creada por la inercia de la pierna contralateral al realizar el balanceo, plantarflexionando el pie e iniciando la propulsión. De esta forma se produce el despegue sin la necesidad de una fuerza muscular de contracción (Dananberg, 1993).

En cuanto el tobillo se levanta del suelo se produce una rotación externa de la pierna, que junto con la contracción de la fascia plantar mediante el mecanismo de Windlass y la activación del músculo tibial anterior, producen una supinación de la articulación subtalar. La articulación mediotarsiana aduce y pivota sobre las articulaciones metatarsofalángicas. El bloqueo dinámico de la articulación mediotarsiana aumenta a medida que la articulación subtalar va supinando.

Además del abductor corto del hallux, también hay otra serie de músculos intrínsecos que actúan en esta fase. Los interóseos mantienen la estabilidad transversal de las articulaciones metatarsofalángicas y asisten en la compresión de las falanges proximales contra las cabezas metatarsales. Además, los interóseos junto a los lumbricales mantienen la rigidez de los dedos durante la propulsión.

A su vez también realizan función durante esta fase los siguientes músculos:

- Peroneo largo: estabiliza el primer radio, plantarflexionándolo y ejerciendo una fuerza mayor en resistir la dorsiflexión del primer radio sobre las fuerzas de reacción del suelo. A su vez junto con el peroneo corto eleva y evierte la columna lateral previamente bloqueada, transfiriendo las cargas del cuerpo hacia medial para un despegue efectivo.
- Peroneo corto: continua la compresión del cuboides sobre el calcáneo, contribuyendo a la estabilidad de la columna lateral del pie.
- Flexor largo de los dedos: asiste a la plantarflexión del tobillo y estabiliza los dedos contra el suelo, asistiendo al abductor corto del hallux y supinando a través del eje oblicuo de la articulación mediotarsiana.

Las desviaciones generales del pie también afectan a la función del quinto radio. Existen principalmente en 2 tipos de desviaciones en el plano coronal:

- inversión excesiva (varo)
- eversión excesiva (valgo)

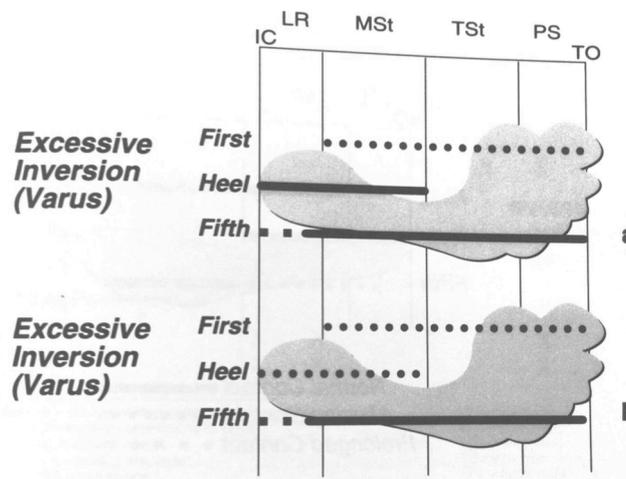


Image 4.11. Excesiva inversión de la articulación subtalar. (a) Falta de contacto del primer metatarsiano e inicio prematuro de la actividad del quinto metatarsiano. (b) Contacto solamente por la cabeza del quinto metatarsiano.

Inversión excesiva:

Como se ha mencionado anteriormente, el choque de talón es frecuente que suceda con la cara lateral del mismo. Si se realiza este contacto con una inversión excesiva de la articulación subtalar, éste se hará a través de la quinta cabeza metatarsiana (Imagen 4.11a). Además, si esta inversión se mantiene a lo largo de todas las fases de la marcha, sólo las cabezas metatarsianas laterales serán el pilar de soporte (Imagen 4.11b).

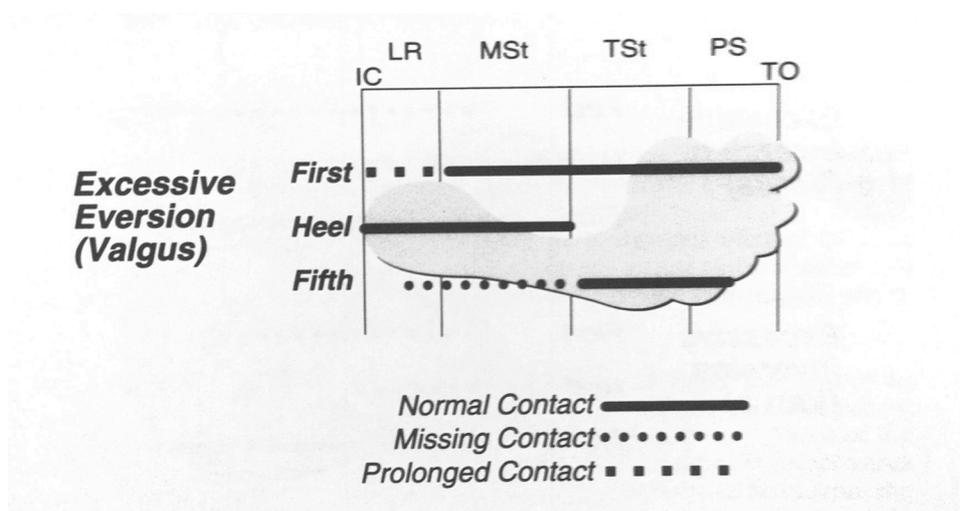


Image 4.12. Excesiva eversión de la articulación subtalar. Línea moteada: falta de actividad normal de talón. Línea cuadrada: actividad adicional. La longitud de la línea sólida negra indica la duración de la actividad en el pie.

Eversión excesiva:

En este caso, en el periodo de contacto de talón, existe apoyo del primer metatarsiano, pero no del quinto (Imagen 4.12). Si esta eversión aumenta más todavía, también contactará con el suelo el arco medial. En la fase de despegue, sin embargo, se realiza una distribución de cargas en el antepié, existiendo apoyo de todas las cabezas metatarsianas, apareciendo el centro de presión medialmente. (Perry, 1992).

Root (2012), describió la relación de la articulación subtalar con el quinto radio, afirmando que una pronación anormal de la subtalar o retropié valgo durante la fase de apoyo total de la marcha resulta en una hipermovilidad del quinto radio. Esta hipermovilidad produce cizallamiento entre la cabeza del quinto metatarsiano y los tejidos blandos vecinos, los cuales son fijados por el calzado que no puede acompañar al quinto metatarsiano en su hipermovilidad. A su vez también afirmó que la pérdida de función del músculo adductor del hallux resulta en una inestabilidad transversa de los metatarsianos. Una articulación subtalar anormalmente pronada y la subluxación de los radios en la articulación cuneo-navicular hacen que el cuboides y algunos otros metatarsianos pueden derivar en un “splay foot” o “metatarsus latus”.

Si por el contrario se hablase de un retropié varo no compensado o parcialmente compensado, se produciría una subluxación del quinto radio, que debe cargar un peso excesivo. La cabeza del quinto metatarsiano es forzada en dorsiflexión, abducción y eversión contra las fuerzas de reacción del suelo, cizallando los tejidos blandos entre la cabeza hiper móvil del quinto metatarsiano y el calzado, provocando un juanete de sastre (Root, 2012).

Regnaud (1992), afirmó que una sobrecarga en el quinto metatarsiano se desarrolla en respuesta a una reducción del movimiento vertical disponible para el quinto radio acompañado de inestabilidad lateral, como en el caso de un pie cavo varo. Una dorsiflexión limitada del quinto radio puede ser resultado de una fibrosis de las superficies contiguas de cuarto y quinto metatarsianos o de una deformidad de cavo en la cual la base del metatarsiano no apoya en el suelo y todo el peso se transfiere a la cabeza metatarsiana.

La flexibilidad del quinto radio debería ser importante en la selección de un tratamiento para cada paciente. A pesar de que estas afirmaciones son para el tratamiento de un juanete de sastre, también sirven para observar la función que ejerce el 5º radio en relación al retropié. Con el paciente en una posición relajada, la deformidad del quinto radio se acentúa, especialmente si el retropié está pronado. Con una importante hipermovilidad, el quinto radio tiende a demostrar excesiva separación intermetatarsiana y dorsiflexión. El retropié 21

debe aparecer por tanto más amplio, y la malalineación digital se hace más evidente (Shereff, 1991).

En un estudio que se está realizando actualmente en el Departamento de Podología, se utilizaron los datos cinéticos de 69 pacientes para poder analizar la distribución temporal del pico de presión en el quinto radio en función del grado de normalidad, supinación o pronación del pie. Para ello se ha dividido el ciclo de la marcha en 10 intervalos, abarcando desde 0%, choque de talón, hasta el 100%, despegue final.

Para ello se han seleccionado dos parámetros, la media y la desviación estándar de cada paciente, obteniendo los siguientes resultados reflejados en la tabla 4.1.

Tipo de pie kPa/N % FA	NORMAL	PRONADO	SUPINADO
0	0,43	0,75	2,24
10	2,62	2,83	4,4
20	6,4	7,06	11,75
30	8,46	8,51	14,79
40	11,21	10,24	18,51
50	13,91	12,73	24,18
60	19,42	16,95	32,59
70	25,15	22,38	39,78
80	26,58	25,87	37,41
90	21,48	17,33	21,62
100	7,41	6,65	11,14

Tabla 4.1. Valores del pico máximo de presión ponderados del quinto radio durante la fase de apoyo de la marcha según el tipo de pie: normal, pronado y supinado.

Leyenda:

- kPa: kilopascales
- N: Newtons
- FA: fase de apoyo

Posteriormente a la realización de la tabla se ha realizado un gráfico para reflejar de manera visual los datos obtenidos en la Tabla 4.1.



Gráfico 4.1. Valores del pico máximo de presión ponderados del quinto radio durante la fase de apoyo de la marcha según el tipo de pie: normal, pronado y supinado.

Leyenda:

- kPa: kilopascales
- N: Newtons
- FA: fase de apoyo

La tabla y el gráfico anterior muestran valores ponderados del pico de presión del quinto radio durante la fase de apoyo de la marcha según tres tipos de pie: normal, pronado y supinado.

La tabla muestra valores medidos en kPa/N (kilopascales/newtons), es decir, muestra la media de datos obtenida de dividir una media de pico de presión/fuerza-peso.

El gráfico y la tabla muestran datos de una media ponderada (kPa/N) para que no influya el peso de una persona, ya que a más peso, más fuerza y por lo tanto más Newtons y valores más elevados. La media ponderada hace que corriamos esta variación y todos los datos obtenidos sean comparables basándose en la presión ejercida y no tanto en el peso.

El gráfico a su vez muestra los datos obtenidos reflejados en 3 líneas:

- pie normal: azul
- pie supinado: verde
- pie pronado: rojo

Esta representación gráfica permite observar la gran diferencia existente entre los tres tipos de pie, destacando el pie supinado por encima de los otros dos, llegando a 39,78 kPa/N del pico de presión, mientras que el valor máximo de los pies normal y pronado son 26,58 kPa/N y 25,87 kPa/N respectivamente.

Esto demuestra que el quinto radio soporta más presión cuando existe una deformidad de pie supinado, ya que el pie ejerce mayor apoyo por la zona lateral (columna lateral y quinto radio), soportando mayor presión. El mayor pico de presión en el pie supinado, que corresponde a 39,78 kPa/N, ocurre en el 70% del ciclo de la marcha, que correspondería con su fase final: el inicio de la fase de despegue. En este momento, si existiese una patología previa de retropié varo no compensado o parcialmente compensado, en el que no existe una pronación de la articulación mediotarsiana para contactar con el suelo, el pico de presión aumentaría considerablemente, ya que no existe apoyo de la columna medial y el pie realiza todo el ciclo de la marcha con constante apoyo de la columna lateral.

El pie pronado, por su parte, es diferente, teniendo valores inferiores al del pie normal. En este caso ambas cifras discurren bastante a la par a lo largo del gráfico y sus valores máximos de presión, que es ligeramente inferior en el pie pronado, 25,87 kPa/N frente a 26,58 kPa/N del pie normal, ocurren en el 80% del ciclo de la marcha, es decir, en un momento más avanzado de la fase de propulsión.

5. MATERIAL Y MÉTODOS:

Para la búsqueda bibliográfica de dicha revisión se ha utilizado principalmente la base de datos Pubmed. Se comenzó la búsqueda con las palabras clave “fifth ray” y el filtro “free full text available”, obteniendo 338 artículos, ninguno de ellos perteneciente al campo de la biomecánica. Se amplió entonces el campo a “fifth metatarsal” y en ese momento se obtuvieron resultados referentes al juanete de sastre (“Tailor’s bunion”), con artículos pertenecientes principalmente al campo de la cirugía, desde la medición de ángulos radiográficos hasta el abordaje de técnicas quirúrgicas. Más tarde se amplió la búsqueda a la bibliografía contenida en artículos sobre el tema, obteniendo resultados de artículos presentes en revistas científicas. El problema en este paso fue que muchos de los artículos buscados en revistas como “Clinics in Podiatric Medicine and Surgery” o “American college of Foot and Ankle Surgeons” no estaban disponibles ni en papel ni en revista electrónica. A partir de este momento la búsqueda se centró en búsqueda de información en libros, de los que se pudo extraer información válida sobre el tema.

Posteriormente, tras recopilar diversa información obtenida en los libros, se decidió volver a la búsqueda de artículos en Pubmed, esta vez con las palabras clave “lateral column”, aun sabiendo que se debía buscar más a fondo en los artículos encontrados, ya que el presente trabajo abarca información acerca del 5º radio (formado por el 5º metatarsiano) y no columna lateral (formada por calcáneo+cuboides+4º y 5º metatarsiano).

Cabe decir también que muchos de los artículos encontrados tuvieron que ser desestimados por contener información idéntica. Cada artículo contenía información sobre un tema diferente, pero al llegar a la parte que contenía información acerca del 5º radio, la información era exactamente la misma, por lo que ampliar conceptos resultaba cada vez más difícil.

También se han desestimado muchos artículos por no contener la información que según su título deberían contener. Es decir, artículos que nos hablan en su título acerca de la función del 5º radio y que cuando nos adentramos en su lectura observamos que nos está hablando constantemente acerca de la función de la ASA (Articulación subastragalina) y sus movimientos implicados, o acerca del juanete de sastre y sus mediciones radiográficas.

6. DISCUSIÓN

La propuesta de esta revisión bibliográfica ha sido desde un inicio plasmar toda la información obtenida referente a la función y biomecánica del 5º radio, ya que en la actualidad es un tema que carece de artículos al respecto y que merece especial atención por tratarse de un eje de movimiento independiente que ejerce fuerzas relevantes en el pie, participando en las distintas fases de la marcha. Tras buscar en las bases de datos principales se observó que la información referente al tema era y es prácticamente nula, por lo que se recopiló la poca información existente y se amplió la búsqueda en revistas y libros, encontrando información útil para la redacción de la presente revisión bibliográfica.

El quinto radio, formado por el quinto metatarsiano, presenta inserciones musculares propias en su cuerpo y en su base, como son los músculos peroneo corto y peroneo tercero, flexor largo y corto de los dedos, músculos intrínsecos como interóseos plantares y dorsales y músculos propios como flexor corto del quinto dedo, abductor del quinto dedo y oponente del quinto dedo (Sobotta, 2012). Forma parte además junto con el cuboides, calcáneo y el cuarto metatarsiano de la columna lateral del pie, que es un pilar importante de movimiento y principal estabilizador del pie durante la fase de apoyo total, ya que el peroneo corto, que se inserta en su base, empuja al quinto metatarsiano contra el cuboides (con el que también conecta a través de un ligamento tarsometatarsal) y a éste sobre el calcáneo, estabilizando la columna lateral del pie. En el ciclo de la marcha participa también durante la fase de propulsión o despegue, donde de nuevo el peroneo corto, junto con el largo, evierten la columna lateral, transfiriendo las cargas del cuerpo hacia medial para la realización de un despegue efectivo (Perry, 2010). En un pie supinado, la presión ejercida en el quinto metatarsiano durante la fase de apoyo será mayor, así como en un pie pronado el quinto metatarsiano se levantará del suelo antes en la fase de despegue que un pie normal, ya que existirá mayor apoyo por la zona lateral del pie que por la medial. Para observar la diferencia de presiones entre pie normal, pronado o supinado se realizó un estudio

comparativo de análisis de presiones sobre el quinto radio en pies normales, pronados y supinados, cuyos resultados están reflejados en el Gráfico 1.1.

Este gráfico es muy válido para observar la diferencia clara de presiones, sobretodo entre el pie plano y supinado, pero también hay que decir que son resultados obtenidos en una base de datos de 69 pacientes, cuyos datos han quedado reflejados en una tabla y un gráfico después de medir las presiones que se ejercen en el quinto metatarsiano a través de las distintas fases de la marcha. Son por tanto datos obtenidos en este trabajo, pero no comprobables con otros existentes, por lo que los resultados sirven solamente como información adyacente a toda la información recopilada en el resto de puntos de la revisión.

Sí sirven para confirmar, sin embargo, como se ha mostrado en puntos anteriores, que la presión ejercida en las distintas fases de la marcha sobre el quinto radio en el pie supinado es mayor que la ejercida en el pie pronado y pie normal, pero sin poderlo corroborar con otros estudios.

Todas estas características, junto con su eje de movimiento triplanar independiente que le permite moverse en flexión plantar y flexión dorsal hacen que su estudio biomecánico resulte de interés, a pesar de que no exista prácticamente bibliografía sobre el tema.

Si se compara por poner un ejemplo con una búsqueda en una de las bases de datos consultadas, como es Pubmed, con el primer radio, la diferencia es clara. Si se busca en esta base de datos información sobre el primer radio escribiendo en su barra de búsqueda "first ray", con el filtro "free full text available" la base de datos nos muestra más de 10.000 artículos. Por el contrario, si se busca "fifth ray" con el mismo filtro de búsqueda se obtienen 335, de los cuales como se ha dicho anteriormente en este trabajo de revisión, el 90% pertenecen a otros campos diferentes al de la biomecánica. Ambos radios poseen ejes de movimiento independiente y participan en las distintas fases de la marcha generando movimientos de pronación y supinación de las

distintas articulaciones, sin embargo uno ha sido más investigado que el otro y por ello la diferencia en la búsqueda de artículos.

Si además se observan los distintos artículos encontrados, algunos de ellos contienen la palabra “fifth”, pero no pertenecen al quinto radio, sino a campos de radiología o cirugía, entre otros. Para observar la diferencia de la cantidad de artículos presentes en Pubmed de cada tema se ha creado una tabla comparativa (Tabla 4.2).

La información obtenida en las bases de datos con artículos referentes al 5º radio mostraban temas de cirugía, de los que aparte de obtener información referente al apartado de anatomía como musculatura o estructura ósea, el resto no contenía información relevante sobre el tema.

	1º radio “first ray”	5º radio “fifth ray”	Columna medial “Medial column”	Columna lateral “Lateral column”
Artículos encontrados	61.094	1.799	1.248	2.619
Artículos encontrados con filtro “free full text available”	11.074	338	160	378

Tabla 4.2. Comparación entre artículos buscados en la base de datos Pubmed.

La tabla anterior muestra de forma significativa la diferencia entre artículos encontrados referentes al primer radio en comparación con las otras 3 búsquedas. Columna lateral y columna medial se asemejan en número a los artículos encontrados referentes al quinto radio, y además poseen otra 30

característica similar, ya que casi todos ellos son artículos referentes a la columna vertebral, es decir, que no hablan del tema buscado, como ocurre con el quinto radio.

En la búsqueda en las revistas electrónicas se encontraron artículos referentes al campo de la cirugía, concretamente al “juanete de sastre”. Si bien es cierto que el “juanete de sastre” o “tailor’s bunion” no es el tema principal de esta revisión, sí muestra relación, ya que influye en el quinto radio y quinto dedo. Es por ello que se obtuvo información de ellos, ya sea dentro del texto o en la bibliografía perteneciente a todos ellos. Se buscó también en la bibliografía de artículos referentes a entorsis de tobillo o fracturas de quinto radio, entre otros.

Mucha de la información reflejada en esta revisión ha sido obtenida de los distintos libros de anatomía y biomecánica existentes, que han servido para poder redactar los distintos puntos del trabajo.

Este trabajo podría ser una línea de investigación abierta para futuros trabajos que vayan obteniendo información acerca de este tema con el objetivo de ampliar la misma.

Existen artículos, como el *Clinical Outcomes and Static and Dynamic Assessment of Foot Posture After Lateral Column Lengthening Procedure* (2013), en los que se realiza una investigación profunda acerca de la función del primer radio. Para ello utilizan una serie de instrumentos a través de los cuales se puede medir el rango de movimiento real del primer radio durante la marcha. Miden fuerza aplicada en Newtons durante la dorsiflexión y plantarflexión y posteriormente realizan la valoración de dicha estructura durante el ciclo de la marcha. Posteriormente también muestran en una tabla los resultados obtenidos con las mediciones, el dolor obtenido por el paciente y la función del primer radio.

Es por tanto un artículo a través del cual se ha obtenido información nueva sobre el primer radio y del cual se podría tomar ejemplo para la realización de un estudio similar para el quinto radio.

Las especiales características que forman el quinto radio y sus implicaciones durante la marcha hacen que sea importante crear nuevas líneas de investigación relacionadas con el mismo.

7. CONCLUSIONES

Se ha realizado el presente trabajo de revisión bibliográfica con el fin de recopilar información acerca de la biomecánica y función del 5º radio. Tras haber dedicado todo este tiempo a la búsqueda de información referente al tema se llega a la conclusión de que es un campo de estudio que hay que investigar en profundidad.

De la información obtenida se conoce que el quinto radio posee una función importante durante el choque de talón y el despegue del ciclo de la marcha. Un pie muy pronado o supinado hace que se vea afectada su función, por lo que su biomecánica es importante para su funcionamiento. Un quinto radio plantarflexionado o dorsiflexionado sí se valoran durante una exploración biomecánica del paciente, por tanto también se debería tener en cuenta si el quinto metatarsiano durante la marcha realiza su función correcta.

8. AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer el presente trabajo a mi tutor y profesor Carles Vergés por orientarme y ayudarme en la realización del mismo.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Banks A., Downey M., Martin D., Miller S. *McGlamry's. Foot and ankle surgery*. Vol.1. 3ª Ed. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 2001. ISBN: 9780781765800.
2. Barske H., Chimenti R., Tome J., Martin E., Flemister A.S., Houck J., Clinical Outcomes and Static and Dynamic Assessment of Foot Posture After Lateral Column Lengthening Procedure, *Foot Ankle Int.* 2013; 34: 673.
3. Hicks J.H., Mechanics of the foot. The joints. *Journal of anatomy.* 1953; 87(Pt.4): 345-357.
4. Dananberg H., Gait style as an Etiology to Chronic Postural Pain. *Journal of the American Podiatric Medical Association.* 1993; 83(8):433-41.
5. Jahss MH. *Disorders of the anterior tarsus, midtarsus and Lisfranc's joint. Disorders of the foot and ankle:medical and surgical management.* 2ª Ed. Saunders, 1991. ISBN: 0721613276.
6. Kelikian A.S., *Sarrafian's Anatomy of the foot and ankle.* 3º Ed. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 2012. ISBN: 9780781797504.
7. Michaud T.C. *Human locomotion: The conservative management of gait-related disorders.* Massachussetts, 2011. ISBN: 9780615516455.
8. Nasir A., Galizia M.S., Almusa E., Omar I.M., Evaluation of the Tarsometatarsal Joint using conventional Radiography, *CT and MR Imaging*, 2014 Abril 34(2).
9. Perry J. *Gait analysis: normal and pathological function.* Slack. 2010. ISBN: 1556421923.
10. Putz R., Pabst R., *Sobotta: Atlas de Anatomía Humana.* Tomo 2. 23ª Ed. Barcelona: Ed. Elsevier, 2012. ISBN: 9788480868747.
11. Root M; Orien W; Weed J.H. Normal and abnormal function of the foot. *Clinical Biomechanics Corporation.* 2012.
12. Scott M., Steven G., Michael J., Petrizzi M.D., Fractures of the Proximal Fifth Metatarsal, *American Family Physician*, 1999 May 1;59(9):2516-2522.

13. Shereff M.J., Yang Q.M., Kummer F.J., Frey C., .Vascular anatomy of the fifth metatarsal. *Foot and ankle*. 1991. 11:350-3.
14. Valmassy R.L. *Clinical biomechanics of the lower extremities*. 1ªEd. Michigan: Ed. Mosby, 1996. ISBN: 0801679869.
15. Viladot Perice A. *Patología del antepié*. 4ª Ed. Barcelona: Ed. Springer, 2001. ISBN: 8407001716.
16. Williams P.L, Warwick R. *Gray. Anatomía*. Tomo I. 2ª Ed. Barcelona: Ed.Salvat, 2010. ISBN: 9788480866712.