

¿CUÁL ES EL PROTOCOLO DE EXPLORACIÓN MÁS ADECUADO A LA HORA DE VALORAR LA PRIMERA ARTICULACIÓN METATARSOFALENGICA?

Andrés López del Amo Lorente¹, Raquel Cintado Reyes², Pedro V. Munuera Martínez³, Rafael González Úbeda⁴, José Luis Salcini Macías⁵.

1. Diplomado en Podología y Fisioterapia.
2. Diplomada en Podología. Becaria del Área Clínica de la Universidad de Sevilla.
3. Director del Departamento de Podología de la Universidad de Sevilla.
4. Diplomado en Podología. Profesor del Máster en Biomecánica y Ortopodología de la Universidad de Sevilla.
5. Profesor del Departamento de Podología de la Universidad de Sevilla.

CORRESPONDENCIA

Dr. Andrés López del Amo Lorente
C/ Mayor, 42. Edif. Palma, 1ºB.
30579 Torrealgüera (Murcia)
Clínica López del Amo
E-mail: andres.lopezdelamo@gmail.com

RESUMEN

A lo largo de los años, numerosos autores han descrito diferentes maniobras exploratorias de la primera articulación metatarsofalángica para analizar su movimiento y comprender, de este modo, su funcionamiento en dinámica.

Hoy día parece no existir consenso acerca de cuál es la maniobra más acertada para valorar el movimiento de la primera articulación metatarsofalángica en el plano sagital. Dato que se ve reflejado en la diversidad de resultados diferentes obtenidos por los distintos autores que han estudiado dicha articulación.

Desde nuestro punto de vista, pensamos que este hecho puede venir determinado por la inexistencia de un protocolo de exploración específico dónde se detallen cuáles son los puntos de referencia que debemos tener en cuenta a la hora de realizar la exploración.

Por ello nos planteamos realizar este trabajo, con el que a través de una revisión bibliográfica, pretendemos reflejar todas las maniobras exploratorias de la primera articulación metatarsofalángica que se han descrito hasta el momento, para conocer cuál es la más fiable y válida, favoreciendo el espíritu crítico entre los profesionales, intentando que, de este modo, podamos unificar criterios y establecer así un protocolo de exploración adecuado.

PALABRAS CLAVE

Primera articulación metatarsofalángica, exploración, carga, descarga.

ABSTRACT

Over the years, numerous authors have described different maneuvers exploratory first metatarsophalangeal joint to analyze and understand his movement, thus its dynamic operation.

Today seems to be no consensus on what is the most successful maneuver to evaluate the movement of the first metatarsophalangeal joint in the sagittal plane. Data that is reflected in the diversity of different results obtained by different authors who have studied the joint.

From our standpoint, we think this may be determined by the absence of a specific examination protocol that details what are the benchmarks that we must consider when scanning.

So we decided to do this work, with which through a literature review, we intend to reflect all exploratory maneuvers the first metatarsophalangeal joint as described so far, to know what is the most reliable and valid, encouraging the spirit critical among professionals, trying thus, we can unify criteria and to establish a proper examination protocol.

KEY WORDS

First metatarsophalangeal joint, scanning, loading, unloading.

¿CUÁL ES EL PROTOCOLO DE EXPLORACIÓN
MÁS ADECUADO A LA HORA DE VALORAR
LA PRIMERA ARTICULACIÓN
METATARSOFALENGICA?

INTRODUCCIÓN

La primera articulación metatarsofalángica (1ª AMTF) está formada por la cabeza del primer metatarsiano, la base de la falange proximal del primer dedo y los dos huesos sesamoideos situados en la cara plantar del primer metatarsiano¹⁻³. El primer dedo es una estructura bifalángica constituido por la falange proximal y la falange distal¹. El primer metatarsiano, es el más grueso, corto y fuerte de los cinco metatarsianos que constituyen el pie⁴.

La movilidad del primer radio y de la primera articulación metatarsofalángica en el plano sagital es un componente de vital importancia para el desarrollo de una marcha normal^{5, 6}.

Hiss (1937)⁷ describió por primera vez el movimiento conjunto de la primera articulación metatarsofalángica, en el plano sagital. Se estima que se necesita un mínimo de 60°- 65° de extensión de la primera articulación metatarsofalángica para que la fase de propulsión de la marcha se desarrolle con normalidad^{8, 9}. Si este nivel mínimo de flexión dorsal no se logra, se producirán limitaciones en el movimiento del hallux, ocasionando daño articular¹⁰⁻¹².

Phillips (1996)^{8,13} hablaba de la importancia de la plantarflexión del primer metatarsiano para una correcta dorsiflexión del primer dedo. Aseguraba que por cada grado de plantarflexión del primer metatarsiano el dedo se dorsiflexionaba tres grados; e indicaban que eran necesarios diez grados de plantarflexión del primer metatarsiano para una marcha normal.

En la misma línea que Phillips, McGlamery (1992)¹⁴ argumentaba que la dorsiflexión del primer dedo sin la plantarflexión del primer metatarsiano, tan solo alcanza los 25-30 ° de extensión.

Por otro lado recientes estudios han demostrado que entre 36-42° de extensión de la primera articulación metatarsofalángica son suficientes para que la fase propulsiva de la marcha se desarrolle con normalidad¹⁵.

El rango articular de la 1ª AMTF ha sido propuesto por muchos autores a lo largo de los años¹⁶. En la siguiente tabla¹⁷ podemos observar los diferentes resultados obtenidos por estos autores. Esta tabla no sólo refleja la variación que existe entre individuos, sino también la inexistencia de un protocolo de exploración estándar.

ESTUDIOS PREVIOS	DORSIFLEXIÓN OBTENIDA
Buell, Green, and Risser (1989)	82°
Bojsen-Moller, Lamoreux (1979)	50°-60°
Gerbert (1989)	60°-65°
Joseph (1954)	75°
Mann and Hagy (1979)	70°-90°
Root, Orien, and Weed (1977)	65°-75°
Sgarlato (1971)	50°-60°
Buell (1988)	77°

Tabla 1. Medición en grados y promedios de la extensión de la 1ª AMTF presentes en diferentes estudios.

MÉTODOS EXPLORATORIOS PARA LA MEDICIÓN DE LA PRIMERA ARTICULACIÓN METATARSOALÁNGICA

A continuación, se exponen los diferentes métodos exploratorios para la valoración del rango articular de movimiento de la primera articulación metatarsofalángica.

VALORACIÓN DE LA 1ª AMTF EN DESCARGA

Para la exploración articular de la 1ª AMTF en descarga, empleamos el método descrito por Benhamú (2011)¹⁸, Lafuente (2006)¹⁹, Munuera (2009)⁹. El paciente se situará en decúbito supino o sedestación en la camilla, y con el pie en posición relajada, ya que cualquier intento de colocar el tobillo en posición neutra, podría provocar que el paciente intentara contribuir a mantener dicha posición, mediante la contracción del tibial anterior, lo cual provocaría una dorsiflexión del primer radio y podría influir en los resultados, ya que con el primer radio dorsiflexionado el primer dedo pierde capacidad de extensión.

Para esta medición empleamos un goniómetro de dos ramas. Se trata de un instrumento de medida formado por dos ramas móviles que valoran el movimiento en torno a un centro de giro, punto de unión entre las dos ramas¹⁹⁻²¹.

Se coloca el centro del goniómetro en el centro de la cabeza del primer metatarsiano, la rama proximal se coloca paralela a la bisección del primer metatarsiano fijándola al pie con una mano, y la rama distal o móvil se coloca paralela a la bisección de la falange proximal manteniéndola fija al dedo con la otra mano^{18, 19, 22}. (Figura 1).

Desde la posición relajada se lleva el dedo junto con la rama distal del goniómetro hacia la máxima extensión, permitiendo que el primer radio se plantarflexione para que el movimiento de extensión se produzca en su totalidad^{18, 19, 22}. (Figura 2).



Figura 1. Colocación del Goniómetro de dos ramas en el punto de partida para una correcta medición del rango articular de la primera articulación metatarsofalángica en descarga.

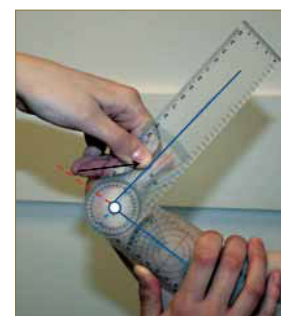


Figura 2. Desde la posición relajada del pie, provocamos una extensión pasiva máxima de la primera articulación metatarsofalángica a la vez que acompañamos, esa extensión pasiva, con la rama móvil del goniómetro para medir y obtener el rango articular de la articulación en descarga.

Para colocar correctamente la rama distal del goniómetro se debe utilizar como referencia la bisección de la falange proximal del dedo, no la bisección del dedo en su totalidad. Esto debe ser así ya que en aquellos casos en los que la falange distal no está alineada con la falange proximal, la bisección del dedo no coincidirá con la bisección de la falange y los re-

sultados podrían variar. Esto puede ocurrir, por ejemplo, en los casos de garra digital o hiperextensión de la falange distal. Por tanto las referencias que debemos tomar para medir la 1ª AMTF en descarga son la falange proximal y el primer metatarsiano^{1, 23}.

MEDICIÓN DE LA 1ª AMTF EN CARGA

Munteanu (2006)²⁴ y Blázquez (2010)²⁵ proponen valorar el rango articular de la primera articulación metatarsofalángica en carga, sobre el banco de marcha y utilizando al igual que en el caso anterior, un goniómetro de dos ramas. Las ramas del goniómetro se colocarán de la siguiente manera: situaremos la rama distal o móvil junto a la bisectriz de la falange proximal y la rama proximal o fija en la bisectriz del primer metatarsiano (Figura 3).

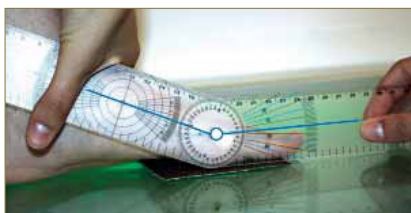


Figura 3. Medición de la articulación metatarsofalángica en carga con un goniómetro de dos ramas.

La fuerza que se ejerce para llevar la articulación metatarsofalángica en dorsiflexión, será aplicada a nivel de la falange proximal^{24, 25} (Figura 4).

Para este tipo de medición es recomendable el uso de una superficie rugosa (papel de lija fina) bajo la cabeza del primer metatarsiano para evitar deslizamientos indeseados del pie y sobre todo de la 1ª AMTF²⁶. (Figura 5).



Figura 4. Se aplicará fuerza a nivel de la falange proximal del hallux para evitar compensaciones y mediciones erróneas como consecuencia de la hiperextensión de algunas falanges distales.



Figura 5. Deslizaremos el miembro inferior a valorar hacia adelante para simular con mayor exactitud "el paso" durante la marcha.

Referente a esta maniobra exploratoria en carga, existen dos maneras de realizarlas. Una de ellas se realiza con el paciente en estática y la otra es en bipedestación simulando la marcha con el pie a medir por delante del otro. (Figura 6 y 7).



Figura 6 y 7. Formas posibles de colocar al paciente para valorar la 1ª AMTF en carga.

Otras formas de valorar la 1ª AMTF en carga son:

A) Modificación de la medición en carga según Palladino (1991).

Otras formas de valorar la 1ª AMTF en carga son las descritas por Palladino (1991), Roukis (1996)²⁷ o Paton (2006)²⁸.

Palladino (1991) propone una modificación de los puntos de referencia a tener en cuenta a la hora de la medición de la 1ª AMTF en carga anteriormente descrita²⁷.

En lugar de tomar como referencia la bisectriz del primer metatarsiano, establece como puntos referencia la bisectriz de la falange proximal y la superficie de apoyo (el suelo). Dicho autor afirma que de este modo evitamos que se produzcan deslizamientos de la piel durante la medición, impidiendo que los resultados obtenidos sean erróneos¹⁹. (Figura 6).



Figura 8. Medición de la primera articulación metatarsofalángica, según Palladino.

B) Medición en carga según Roukis (1996) y Paton (2006).

Por otro lado, Roukis (1996)²⁷ y Paton (2006)²⁸ diseñaron un goniómetro específico para valorar el rango articular de la primera articulación metatarsofalángica en cadena cinética cerrada (Figura 7 y 8).

Roukis (1996) y Paton (2006) afirman que se trata del instrumento de medida más idóneo para valorar dicha articulación por las siguientes razones^{27, 18}:

- Reproduce mediciones repetidas desde la posición cero cuantas veces se desee de forma rápida.
- Aísla la medición de la primera articulación metatarsofalángica.
- La medición es independiente de la inclinación del primer radio y evita la realización de marcas en la piel con la consiguiente posibilidad de error debido al movimiento de las partes blandas durante la medición.



Figura 9. Goniómetro de Roukis para medir el rango de movimiento de la articulación metatarsofalángica. Foto obtenida del artículo. "Roukis TS, Scherer PR, Anderson CF; Position of the First Ray and Motion of the First Metatarsophalangeal Joint; J Am Podiatr Med Assoc 1996. 86¹¹ (cedida por la J Am Podiatr Med Assoc)



Figura 10. Goniómetro de Roukis diseñado por los autores "Paton JS; The Relationship Between Navicular Drop and First Metatarsophalangeal Joint Motion; J Am Podiatr Med Assoc; 2006. 96(4)" Para valorar el rango de movimiento de la articulación metatarsofalángica. (cedida por la J Am Podiatr Med Assoc)

C) Goniómetro de O' Brien.

O'Brien (2004)²⁹ diseñó un goniómetro que anclado al calzado permitía valorar la primera articulación metatarsofalángica en dinámica (Figura 9). Este dispositivo de medida constaba de dos unidades articulares, una de ellas anclada a la base del

primer metatarsiano y otra a la falange proximal, permitiendo que en la fase de despegue digital los valores máximos de extensión de la 1ªAMTF queden registrados mediante la impresión de una marca en una escala graduada situada encima de dicho instrumento de medida.

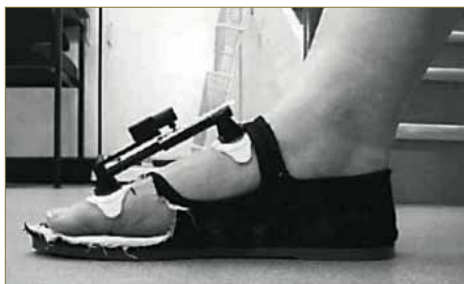


Figura 11. Goniómetro de O'brian. Foto obtenida del artículo: Smith C, Spooner K, Fletton JA. The effect of 5-degree valgus and varus rearfoot wedging on peak hallux dorsiflexion during gait. J Am Podiatr Med Assoc 2004 Nov- Dec; 94: 558-64. (cedida por la J Am Podiatr Med Assoc)

DISCUSIÓN

1. Como se comentó anteriormente, hoy día parece no existir consenso acerca de cuál es la maniobra más acertada para valorar el movimiento de la 1ª AMTF en el plano sagital. Dato que se ve reflejado en la diversidad de resultados diferentes obtenidos por los distintos autores que han estudiado dicha articulación.

En relación a todas las maniobras mencionadas anteriormente, no hemos encontrado estudios que diferencien cuál es la maniobra más adecuada para medir la 1ªAMTF y cuál de ellas refleja el rango articular más relacionado con la dinámica.

Desde nuestro punto de vista, pensamos que este hecho puede venir determinado por la inexistencia de un protocolo de exploración específico dónde se detallan cuáles son los puntos de referencia que debemos tener en cuenta a la hora de realizar la exploración.

2. Respecto a los puntos de referencia a tener en cuenta a la hora de valorar la primera articulación metatarsofalángica en carga, consideramos que la propuesta de Palladino (1991)¹⁰ no es la más acertada, ya que el rango articular de la 1ª AMTF viene determinado desde un punto de vista anatómico y no con la bisectriz del suelo, es decir, mediante el ángulo que la falange proximal forma con el metatarsiano, definiéndose así como "ángulo metatarsofalángico". Bulbena (1992)³⁰ señala que "el dedo debe realizar la extensión sobre la diáfisis del metatarsiano". Esta forma de medición fue definida también por Grahame y Jenkins (1972)³¹ para el "ángulo metacarpofalángico" en la mano. Estos puntos de referencia serán los mismos a tener en cuenta la hora de valorar la 1ª AMTF en descarga.

A nuestro parecer, debemos prestar atención en la postura que adopte el paciente a la hora de valorar el primer dedo en cadena cinética cerrada. Consideramos que la exploración en

carga (simulando la dinámica) es la más acertada, ya que representa con mayor exactitud "el paso" durante la marcha. Esto no quiere decir que no tengamos que valorar dicha articulación en descarga, cuanto más pruebas clínicas hagamos durante la exploración, más exacto será nuestro diagnóstico.

3. Otro dato a tener en cuenta a la hora de valorar la 1ª AMTF, es el instrumento de medida que se emplea. Existen numerosos sistemas de medida que a pesar de obtener resultados favorables no han sido aceptados por el resto de la comunidad de profesionales debido a la complejidad de los mismos para su obtención y fabricación. Es el caso del goniómetro propuesto por Paton (2006) y Roukis (1996)²⁷ para la valoración de la 1ª AMTF en cadena cinética cerrada. Además este instrumento de medida no aísla la 1ª AMTF de las demás articulaciones metatarsofalángicas, es decir, cuando se usa el goniómetro de Roukis se produce una dorsiflexión de todos los dedos del pie, lo que cualquier alteración en la segunda, tercera, cuarta y quinta articulación metatarsofalángica podrá influir en los resultados.

Por estos motivos el instrumento que proponemos para cuantificar la movilidad de la primera articulación metatarsofalángica es un goniómetro de dos ramas, ya que se trata de un instrumento de medida que aporta datos objetivos de forma cuantitativa. Su validez y precisión como instrumento de medida para cuantificar los rangos articulares de las diferentes articulaciones del pie ha sido demostrada por diversos autores (Somers et al. (1997)³², Garbalosa et al. (1994)³³, Johanson (2010)³⁴, Cintado (2011) 26. Además, se trata de un instrumento económico y de fácil adquisición.

4. También hay que tener en cuenta la diferencia de rango existente entre la exploración en carga y en descarga. Según la bibliografía revisada, la exploración del rango de movimiento de la primera articulación metatarsofalángica en el plano sagital en cadena cinética abierta (descarga), es mayor que el rango articular obtenido mediante la exploración en cadena cinética cerrada (carga)³⁵. Este fenómeno se explica como consecuencia del mecanismo de Windlass invertido³⁶, donde en la fase de medio apoyo de la marcha, la fascia plantar se encuentra en tensión, provocando una ligera dorsiflexión del primer metatarsiano, afectando así a la dorsiflexión del Hallux.

Sin embargo, en el estudio de Cintado (2011)²⁶ se obtuvo un mayor rango de extensión de la primera articulación metatarsofalángica en carga que en descarga, tomando los puntos anatómicos como puntos de referencia. En la exploración en carga se obtuvo una media de extensión de 59°20' (+/-16,9) mientras que en la exploración en descarga se consiguieron 53,5 (+/-11°5'). Del mismo modo, había una diferencia considerable entre los datos resultantes del punto de partida obtenido en carga (29,2 ±4,2) respecto al obtenido en descarga (41,6 ± 11,6), siendo tomados los mismos puntos de referencia en ambas mediciones.

Estos resultados ponen de manifiesto que la diferencia de angulación existente entre la falange proximal y el primer metatarsiano en la exploración de la primera articulación metatarsofalángica en el plano sagital tanto en carga como en descarga, influye en el punto de partida de la medición.

Cuando exploramos la primera articulación metatarsofalángica en carga, los puntos que tomamos como referencia son el primer metatarsiano y la falange proximal. En la exploración en descarga, aunque tomamos los mismos puntos de referencia que en la exploración en carga, ésta parte desde una posición relajada de la primera articulación metatarsofalángica, en dicha posición la falange proximal se encuentra angulada a 15° con respecto al primer metatarsiano, coincidiendo con el rango articular fisiológico de la primera articulación metatarsofalángica, lo que conlleva una mayor angulación entre el primer metatarsiano y la falange proximal, cambiando el punto de partida de la medida con respecto al punto de partida de la exploración en carga³⁷⁻³⁹.

CONCLUSIÓN

Como hemos podido comprobar, queda claro que no hay descrito un protocolo de exploración estándar de la primera articulación metatarsofalángica. Consideramos necesario definir correctamente los puntos de referencia a la hora de valorar la 1ª AMTF ya sea en carga o en descarga. Este hecho es especialmente importante a la hora de realizar un estudio de investigación, ya que las discrepancias en los resultados pueden venir determinadas por los diferentes puntos de referencia que establecen los autores.

Los últimos estudios apuntan que la manera más adecuada de medir el rango articular de la 1ª AMTF es en carga, ya que proporciona valores más próximos a los grados reales que se usan en dinámica y teniendo como puntos de referencia los descritos por Munteanu (2006), Munuera (2009) y Blázquez (2010). Sin embargo es probable que en investigaciones futuras la valoración de las articulaciones del pie se realice en dinámica mediante sistemas informáticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Munuera Martínez PV. El primer radio. Biomecánica y ortopodología. Exa Editores SL; Santander. 2009.
2. Michaud TC. Foot orthoses and others forms of conservative foot care. Massachusetts: Williams and Wilkins; 1996.
3. Wernick J, Volpe RG. Lower extremity function and normal mechanics. En: Valmassy RL. Clinical Biomechanics of the Lower Extremities. Missouri: Mosby; 1996.
4. Somojai BG. Normal anatomy of the forefoot. En: Hetherington VJ. (editor) Hallux Valgus and Forefoot Surgery. New York: Churchill Livingstone; 1994.
5. Bejjani FJ, Saillard P, Diebold P. Biomecánica del antepié; Enciclopedia medico-quirúrgica; E 27-010-A-40.
6. Jiménez R, Gómez MM, Dupueto D, Escibano SM. Exploración articular del primer radio. Rev Esp Podol 2009; 20 (2): 70-4.
7. Hiss L. Foot disorders. Los Angeles: Los Angeles University Press, 1937. (Citado en: J Am Podiatr Med Assoc 1988; 78 (9): 439-48.
8. Munuera PV, Domínguez G, Palomo I, Gordillo LM. Rango de movimiento de la primera articulación metatarsofalángica. Rev Esp Podol 2004; 15 (1): 14-20.
9. López del Amo Lorente, A. Propuesta de valoración del daño corporal en la primera articulación metatarsofalángica según su funcionalidad y repercusión en la marcha. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia; 2011.
10. Palladino SJ. Preoperative evaluation of the bunion patient; Etiology, Biomechanics, clinical and Radiographic Assessment. En: Gerbert J. Textbook of bunion surgery, 2ª edición. New York: Futura Publishing Company; 1991.
11. Aycart Testa J, González San Juan M. Técnica de Valenti para el tratamiento del hallux limitus o rigidus. Rev Esp Podol 1997; 8: 284-8.
12. Moreno de Castro M. Hallux limitus y hallux rigidus. Rev Esp Podol 1996; 8: 185-93.
13. Munuera PV, Domínguez G, Palomo IC. Effects of rearfoot-controlling orthotic treatment on dorsiflexion of the hallux in feet with abnormal subtalar pronation: a preliminary report. J Am Podiatr Med Assoc 2006; 96: Págs. 283-9.
14. Banks AS, McGlamry ED. "Hallux Limitus and Rigidus". In Banks AS, Downey MS. Comprehensive Textbook of Foot Surgery. McGlamry 1992; Williams & Wilkins: Pág. 600.
15. Maestro M, Besse JL, Leemrijse T. Biomecánica del gran artejo o hallux; Enciclopedia médica-quirúrgica, Podología; E-27-010-A-50.
16. Gil Pulido L. Hallux limitus: 1ª parte.; podomorfos boletín informativo del colegio oficial de podólogos de canarias; boletín cuatrimestral; may – ago; número depósito legal: tf-123/03.
17. Hetherington VJ, Johnson RE, Albritton JS. Necessary Dorsiflexion of the First Metatarsophalangeal Joint during Gait. J Foot Surg 1990, 29(3): 218-22.
18. Benhamú S. Factores Podológicos predictivos de la Laxitud Ligamentosa en la población adulta. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla; 2011.
19. Lafuente G. Patrón rotador de la extremidad inferior. Un nuevo parámetro exploratorio. Relación con el hallux limitus. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 2006.
20. Ozkoç G, Akpınar S, Özalay M, Hersekli MA, Pourbagher A, Kayaselçuk F, Tandogan RN. Hallux Sesamoid Osteonecrosis An Overlooked Cause of Forefoot Pain. J Am Podiatr Med Assoc 2005; 95: Págs. 277-80.
21. Novel Martí V, Ogalla Rodríguez JM. Goniometría. Rev. Esp. Podol. 1993; 4: Págs. 264-8.
22. Blázquez Viudas, R. Hallux limitus y su relación con el pie pronado como factor etiológico. Revista Internacional de Ciencias Podológicas 2011; 5(1): 21-27.
23. Bevans JS. Biomechanics: a review of foot function in gait. Foot and Ankle Surgery 1996; 2: Págs. 167-174.
24. Munteanu SE, Basset AD. Effect of foot posture and inverted foot orthoses on hallux dorsiflexion. J Am Podiatr Med Assoc 2006 Jan- Feb; 96(1): 32-7.
25. Blázquez R. Relación del Índice Postural del Pie con el Hallux Limitus Estructural. Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología) Serie Trabajos Fin de Master 2010; 2 (1): 793-812.
26. Cintado R. Estudio descriptivo: relación entre la posición articular del antepié y la movilidad de la 1ª AMTF en el plano sagital. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Sevilla. 2011.
27. Roukis TS, Scherer PR, Anderson CF. Position of the first metatarsophalangeal joint. J Am Podiatr Med Assoc 1996 Nov; 86 (11): 538-46.
28. Vallotton J, Echeverri SV. Functional hallux limitus or rigidus caused by a tenodesis effect at the retrotalar pulley: description of the functional stretch test and the simple Hoover cord maneuver that releases this tenodesis. J Am Podiatr Med Assoc 2010 May- Jun; 100 (3): 220-9.
29. Smith C, Spooner K, Fletton JA. The effect of 5-degree valgus and varus rearfoot wedging on peak hallux dorsiflexion during gait. J Am Podiatr Med Assoc 2004 Nov- Dec; 94 (6): 558-64.
30. Bulbena A, Duro JC, Porta M, Faus S, Vallescar R, Martín – Santos R. Clinical assessment of hypermobility of joints: assembling criteria. J Rheumatol 1992 Jan; 19 (1): 115 – 22.
31. Grahame R, Jenkins JM. Joint hypermobility – asset or liability? A study of joint mobility in ballet dancers. Ann Rheum Dis 1972 March; 31 (2): 109 – 11.
32. Somers DL, Hanson JA, Kedzierski CM, Nestor KL, Quinlivan KY. The influence of experience on the reliability of goniometric and visual measurement of forefoot position. J Orthop Sports Phys Ther 1997 Mar; 25 (3): 192-202.
33. Garbalosa J, McClure MH, Catlin PA, Wooden M. The frontal plane relationship of the forefoot to the rearfoot in an asymptomatic population. J Orthop Sports Phys Ther 1994 Oct; 20 (4): 200-6.
34. Johanson MA, Greenfield L, Calvin H, Walters R, Watson C. The relationship between forefoot and rearfoot static alignment in pain-free individuals with above-average forefoot varus angles. Foot Ankle Spec 2010 Jun; 3 (3): 112-6.
35. Munuera PV, Trujillo P, Güiza I. Hallux Interphalangeal joint range of motion in subjects with and without limited first metatarsophalangeal joint dorsiflexion. J Am Podiatr Med Assoc 2012 Jan- Feb; 102 (1): 47- 53.
36. Hicks JH. The mechanics of the foot. Part II: The plantar aponeurosis and the arch. J Anat 1954 Jan; 88 (1): 25-30.
37. Seibel MO. Función del pie. Madrid: Ortoce; 1994.
38. Cornwall MW, Fishco WD, McPol TG, Lane CR, O'Donnell D, Hunt L. Reliability and validity of clinically assessing first-ray mobility of the foot. J Am Podiatr Med Assoc 2004 Sep- Oct; 94 (5):470-6.
39. Hetherington VJ, Carnelt J, Paterson BA. Motion of the first metatarsophalangeal joint. J Foot Surg 1989 Jan- Feb; 28 (1): 13-9.