

MANIOBRAS CLÍNICAS EXPLORATORIAS DE LA ARTICULACIÓN MEDIOTARSIANA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Raquel Cintado Reyes¹, Salomón Benhamú Benhamú², M^a Dolores Jiménez Cris-tino³.

1. Diplomada en Podología.
2. Doctor por la Universidad de Sevilla. Profesor colaborador del Departamento de Podología de la Universidad de Sevilla.
3. Diplomada en Podología. Becaria del Área Clínica de Podología de la Univer-sidad de Sevilla.

CORRESPONDENCIA

Raquel Cintado Reyes
C/ Monjas Victoria Blq 1, 1^oD
Jerez De la Frontera, Cádiz. 11403
raquelcintado@gmail.com

RESUMEN

La articulación mediotarsiana (AMT) o articulación de Chopart, es un complejo articular que establece la unión entre el tarso posterior (calcáneo y astrágalo) y el tarso medio (escafoides y cuboides). Por tanto se encuentra formada por las articulaciones astragaloescafoidea y la calcaneocuboidea, siendo su función principal la de adaptar la bóveda plantar al terreno.

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

El objetivo principal de este trabajo es el de realizar una revisión bibliográfica de todas las maniobras descritas para conocer cuál es la más fiable y válida, para unificar criterios y establecer así un protocolo de exploración adecuado.

Durante años, el modelo exploratorio aplicado de la AMT ha sido la valoración visual descrita por Root en 1977. Se trata de un paradigma teórico que nos ha servido para comprender el funcionamiento de esta articulación.

Sin embargo, actualmente se le atribuyen numerosos sesgos intraobservador e interobservador, puesto que la valoración visual queda sujeta a la percepción del observador. Por ello consideramos que se suscita la necesidad de conocer nuevos métodos exploratorios que aporten datos más objetivos a la exploración de dicha articulación.

Hasta el momento el instrumento más útil y válido es el goniómetro de dos ramas, instrumento de fácil manejo que disponemos en consulta, algo que ha permitido que se consolide como el método más fiable para cuantificar en grados la posición en que se encuentra el antepié.

PALABRAS CLAVE

Articulación mediotarsiana, valoración articular, eje de movimiento.

ABSTRACT

The midtarsal joint or Chopart joint is a joint complex that establishes the connection between the posterior tarsus (calcaneus and talus) and tarsi medium (navicular and cuboid). Thus is formed by the talonavicular joint and calcaneocuboid, and its main function is to adapt the plantar arch to the ground.

Over the years many authors have described different exploratory maneuvers to analyze and understand their movement, thus, its dynamic operation.

The main objective of this work is to conduct a literature review of all the maneuvers described to know which is the most reliable and valid, to unify criteria and to establish a proper examination protocol.

For years, the exploratory model of the MTA applied visual assessment has been described by Root in 1977. This is a theoretical paradigm that has helped us to understand the functioning of this joint.

Currently, however, attributed many intraobserver and interobserver bias, since the visual assessment is subject to the observer's perception. We therefore consider that the need arises to meet new exploratory methods that provide more objective data on the exploration of the joint.

So far the most useful and valid is the two-arm goniometer, user-friendly instrument we have in view, which has allowed it to consolidate its position as the most reliable method for measuring in degrees the position that is the forefoot.

KEY WORDS

Midtarsal joint, joint assessment, the axis of movement.

INTRODUCCIÓN

La articulación astragaloescafoidea constituye la parte interna de la interlínea de Chopart (Fig. 1). Se trata de una *enartrosis* al consistir en una articulación formada por una superficie cóncava y otra convexa; además realiza movimientos en los tres planos del espacio^{19, 24, 26}. Algunos autores se atreven a compararla con la articulación de la cadera¹⁹, aunque mientras que en la cadera es la cabeza del fémur la que se mueve dentro del cotilo, en la AMT es el *acetabulum pedis* o cara posterior del escafoides el que se mueve alrededor de la cabeza del astrágalo.



Fig. 1. Enartrosis.

La articulación calcaneocuboidea constituye la parte externa de la interlínea articular. Denominada también articulación en *silla de montar*, por la disposición que presentan las carillas articulares (convexas en un sentido y cóncavas en otro) así como por la movilidad de dos ejes del espacio¹⁹.



Fig. 2. Articulación en silla de montar.

A lo largo de la historia se han desarrollado diversas teorías acerca del movimiento de la región tarsal, con el fin de explicar las observaciones clínicas así como el comportamiento de la misma en dinámica.

La corriente clásica se construye en el modelo de los dos ejes (Fig. 3). Este paradigma fue introducido por primera vez en el año 1941 por Manter¹⁶, quien afirmaba que la AMT describe su movimiento en torno a dos ejes, uno longitudinal y otro oblicuo. Ambos ejes se dirigen desde posterior, lateral y plantar hasta anterior, dorsal y medial. Por tanto, el movimiento que permiten es de pronación y supinación.

El eje oblicuo presenta una inclinación de 52° desde el plano transversal y 57° desde el plano sagital, mientras que el eje longitudinal se inclina 15° respecto al plano transversal y 9° desde el plano sagital. Por lo que el eje oblicuo presenta una mayor amplitud de movimiento^{25, 28}.

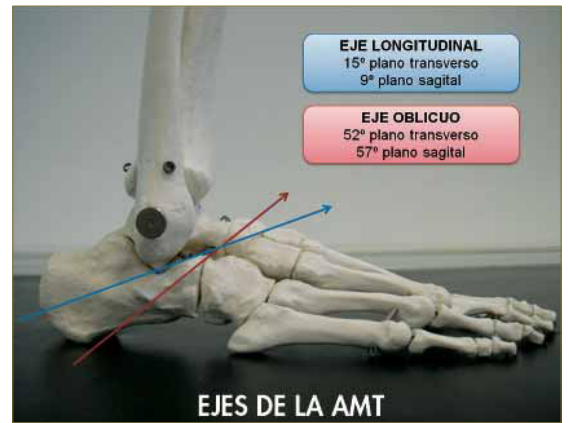


Fig. 3. Orientación de los ejes de movimiento.

Mientras que ambos ejes componen la pronación y la supinación, el eje oblicuo es responsable fundamentalmente de la flexión dorsal- flexión plantar y de la abducción- aducción. En cambio, la función principal del eje longitudinal es producir la inversión- eversion del antepié con respecto al retropié^{25, 28}.

Hoy en día, algunos autores^{21, 22} consideran un cambio ideológico acerca del modelo de los dos ejes, postulando que existe un funcionamiento conjunto de la articulación mediotalar, en torno a un solo eje de movimiento, así como la interrelación de la articulación mediotalar y la articulación subastragalina^{18, 23}. A pesar de ello la facilidad de comprensión del modelo de los dos ejes ha sido la clave para que se afiance y sea de utilidad clínica.

Todos estos movimientos tienen lugar gracias a la acción de la musculatura extrínseca, siendo los que intervienen en la movilidad de la AMT:

- **Músculos inversores**, que discurren por detrás del maleolo tibial. El más relevante a nivel funcional es el tibial posterior.

El tibial anterior, aunque no produce un movimiento puro de inversión, eleva, al contraerse, el primer metatarsiano sobre la primera cuña, ésta sobre el escafoides y éste a su vez sobre el astrágalo, originando como resultado una flexión dorsal, aducción y una supinación escafoidea. Es un músculo supinador más que aductor.

El extensor largo del primer dedo también interviene en la inversión de la AMT aunque su acción es más débil que la del tibial anterior.

- **Músculos eversores**, que discurren a nivel retromaleolar externo, siendo el más importante el peroneo corto. Impiden un movimiento de eversion en la articulación aunque de forma más débil la evitan el peroneo anterior y el extensor largo común de los dedos.

Para poder aplicar una correcta exploración de la AMT es necesario conocer su anatomía así como los movimientos que realiza, ayudándonos así a entender su comportamiento en dinámica.

MANIOBRAS CLÍNICAS EXPLORATORIAS DE LA AMT: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. PARADIGMAS ACTUALES.

Valoración visual de la AMT

A lo largo de los años son muchos los autores que han estudiado cómo medir el rango articular o valorar la AMT. Root fue el primer autor que habló en 1977 de la importancia que tiene conocer la biomecánica de la AMT para comprender el funcionamiento del

pie en dinámica²⁴. Refería una íntima relación entre el retropié y el antepié, por ello tomó la articulación subastragalina como bisagra entre ambas articulaciones, poniendo el ejemplo de la "hélice" para comprender el comportamiento del pie. Según este modelo, la articulación subastragalina sería el eje de esa hélice y, en función de la posición que adoptaba en varo o en valgo, la AMT tomaba la contraria y viceversa²⁴.

En el mismo año, Root ideó una técnica de bloqueo de la articulación calcáneo- cuboidea y posición neutra de la articulación subastragalina para comprobar la posición lineal del antepié con respecto al retropié^{24,25}. Esta técnica consiste en colocar al paciente decúbito prono, con los pies por fuera de la camilla y colocar la articulación subastragalina en posición neutra (Fig. 4). Para ello, situamos los dedos pulgar e índice de la mano contralateral al pie que se va a explorar en la cabeza del astrágalo, y la mano homolateral la sitúa en las cabezas de 4º y 5º metatarsianos.

Realizamos movimientos de adducción y abducción hasta que palpamos los márgenes lateral y medial de la cabeza del astrágalo. De este modo aseguramos la máxima superficie de contacto entre el astrágalo y el escafoides. Simultáneamente realizamos un bloqueo de la articulación calcáneo- cuboidea, mediante el empuje dorsal sobre las cabezas de 4º y 5º metatarsianos hasta que percibamos resistencia, una vez que la articulación subastragalina se encuentra en posición neutra. Con este último gesto conseguiremos visualizar la posición del antepié respecto al retropié.

A su vez, describió una maniobra para cuantificar en grados la posición que presentaba el antepié respecto al retropié^{24,25}. Para ello utilizaba un aparato de medida (Fig. 5) constituido por un mango que sujeta el aparato y un transportador de ángulos unido a él. La maniobra es la misma que hemos descrito anteriormente con la modificación de que una vez adoptada la correcta posición del antepié respecto a retropié, estando la articulación subastragalina en posición neutra, procedemos a la medición de la misma. El mango del medidor presentaba una ranura la cual la hacía coincidir con la línea de la bisección posterior del calcáneo, mientras que el transportador de ángulos se ajustaba hasta alcanzar la línea paralela al antepié.

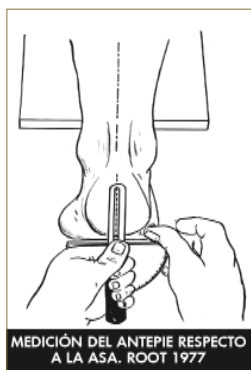


Fig. 5. Cuantificación de la alineación antepié - retropié.

Root describe que la maniobra debe realizarse sin mover el pie ni el medidor, además comenta la com-

plejidad de la medición e indica la necesidad de una preparación previa por parte del explorador para aplicar una técnica válida y fiable^{24,25}. Es por este motivo que, a pesar de ser el modelo biomecánico empleado por excelencia durante años, no se ha llegado a aceptar la metodología de medición, siendo por el contrario muy utilizada el protocolo de valoración visual descrito anteriormente.

Algunos de los autores que emplearon la maniobra descrita por Root en sus investigaciones son McPoil et al (1988), los cuales valoraron de forma visual la relación entre el antepié y el retropié en 58 mujeres sanas con el objetivo de conocer la prevalencia del tipo de antepié (varo, neutral o valgo)¹⁷.

De igual modo, Elveru et al (1988) revisaron los métodos existentes hasta el momento para valorar la articulación subastragalina y la AMT, llegando a la conclusión de que existe fiabilidad intraobservador pero no interobservador, aunque parecen ser maniobras clínicamente útiles⁴.

Además introdujeron una modificación de la maniobra de Root, consistente en marcar la bisección posterior de la pierna en lugar de la bisectriz posterior de calcáneo. Dichos autores aseguraban, a raíz de los resultados obtenidos en un estudio piloto, que cualquier línea trazada en el calcáneo nos dificulta determinar con precisión su posición, debido al desplazamiento de la piel⁴.

Mueller et al (1993) estudiaron el descenso de la posición del escafoides como indicador de la pronación del pie. Para ello tuvieron que emplear la maniobra descrita por Root para valorar la relación existente entre la posición del retropié y del antepié²⁰.

Hoy día son numerosos los sesgos intraexplorador e interexplorador que se le atribuyen a estas técnicas, puesto que la valoración visual queda sujeta a la percepción del observador^{3,4,30}. Sin embargo, a nivel clínico, la exploración visual de la AMT descrita por Root^{24,25} ha sido aceptada y empleada por muchos profesionales en la práctica diaria e incluso hoy en día se sigue empleando como método de exploración en nuestras consultas.

Método cuantitativo de exploración de la AMT en descarga

En 1994, Garbalosa et al realizaron un estudio comparativo con objeto de demostrar la fiabilidad de las mediciones realizadas con un goniómetro de dos ramas de determinar la posición del antepié respecto al retropié frente a un dispositivo comercializado por Langer Biomechanics Group⁷. Este dispositivo era igual al orinal descrito por Root²⁵ (Fig. 6). Los resultados obtenidos evidenciaban que apenas existía diferencia entre un sistema de medición y otro, pero al ser el goniómetro de dos ramas un instrumento menos complejo, de fácil manejo, barato y de fácil adquisi-



Fig. 4. Valoración de la AMT según Root.

ción, hacen que el autor se decante por éste⁷ (Fig. 7). De este modo aseguran que la metodología seguida en la exploración de la posición del antepié sea reproducible y útil a nivel clínico.



Fig. 6. Valoración según Garbalosa et al (1994).



Fig. 7. Instrumento con mayor validez y fiabilidad para valoración de la AMT.

La validez y fiabilidad del goniómetro de dos ramas fue comprobada de nuevo por Somers et al (1997)³⁰, los cuales evaluaron la posición del antepié comparando la valoración visual descrita por Root²⁵ con la cuantificación goniométrica en evaluadores con y sin experiencia. Previamente realizaron un cursillo para todos los evaluadores, donde se les explicaba detalladamente la metodología a seguir a la hora de realizar las mediciones, evitando la aparición de sesgos interobservador.

En primer lugar, con el paciente decúbito prono y los pies por fuera de la camilla, se procedía a colocar la articulación subastragalina en posición neutra según Root²⁵. Una vez identificada la posición del antepié respecto al retropié, se realizaba la medición con el goniómetro de dos ramas. Para ello la rama fija del goniómetro se colocaba perpendicular a la bisección posterior del calcáneo, mientras que la rama móvil se posicionaba según la angulación que presentaba el antepié, cuantificando la misma en grados.

Los resultados de este estudio demostraron que no existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos por los exploradores con experiencia y los exploradores sin experiencia. De igual modo tampoco existía diferencia entre los resultados de la valoración visual y los resultados de la cuantificación goniométrica a la hora de realizar un juicio acerca de la posición que presentaba el antepié respecto al retropié.

Glasoe et al (2000)⁸ idearon una mesa de montaje como nuevo sistema de medición de la posición del antepié respecto al retropié (Fig. 8), con el objetivo de que las manos del explorador quedaran libres de controlar la posición del pie y se centrasen únicamente en la colocación del goniómetro. En 2002 dichos autores realizaron un estudio para demostrar su validez

así como describir detalladamente cómo llevar a cabo el montaje de la misma⁹.

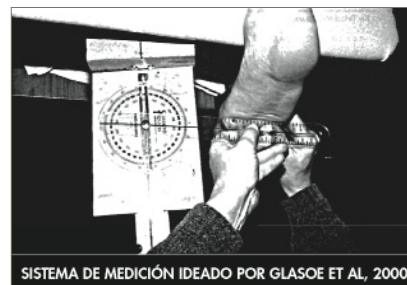


Fig. 8. Valoración de la AMT por Glasoe et al (2000).

Los resultados obtenidos corroboraron el proyecto diseñado por los autores, pero debido a la complejidad del montaje del sistema, no ha tenido gran aceptación por parte de la comunidad científica.

Martín Rueda (2004)²⁶ ideó un sistema que permite valorar los grados de pronación y supinación del antepié a través de dos plataformas, una para el retropié y otra para el antepié, con un eje central móvil, que pasaría por el segundo metatarsiano, y un goniómetro situado en la parte inferior que permite observar los grados.

Del mismo modo que el sistema de medición diseñado por Glasoe et al (2000)⁸, el goniómetro que describe Martín Rueda²⁶ es un sistema complejo del que no disponemos en consulta, lo que dificulta su uso por parte del resto de profesionales y con ello su aceptación como herramienta dentro del protocolo de medida de la AMT.

Cornwall et al (2004)³, coincidieron con los resultados obtenidos por Somers et al (1997)³⁰ al diseñar una réplica de su estudio.

Cobb et al (2004)² realizaron un estudio para investigar el efecto del antepié varo en la estabilidad de la postura. Para ello utilizaron el método descrito por Root²⁵, con la modificación que introdujeron Elveru et al (1988)⁴. Las mediciones se llevaron a cabo con un goniómetro de dos ramas.

Johanson et al (2010)¹² realizaron un estudio para valorar la relación entre el antepié varo y el retropié valgo. Para determinar la posición del antepié en varo, utilizaron el método descrito por Root²⁵ con la modificación que introdujeron Elveru et al en 1988⁴, llevando a cabo las mediciones con un goniómetro de dos ramas.

Método cuantitativo de exploración de la AMT en carga

Todos los sistemas de medición descritos hasta ahora son llevados a cabo en descarga. Sin embargo, existen algunos autores que han creído conveniente explorar la AMT en carga ya que aseguran que, de no evaluarla en estas condiciones, no seremos capaces de conocer realmente cómo se comporta la articulación en dinámica^{6, 27, 29}.

Florenciano et al (2006)⁶, presentaron un sistema para poder medir los grados de pronación y supinación del antepié en carga. Para ello diseñaron un aparato formado por una plataforma y un goniómetro. Mediante este método, se procede a colocar al paciente sobre el banco de marcha, con los pies apoyados sobre las plataformas (una para cada pie). El examinador centra la rodilla con ayuda del eje mecánico de la tibia mientras que con la mano homolateral coloca la articulación subastragalina en posición neutra. En ese momento el antepié adopta la posición según la orientación de la AMT. Posteriormente, con la misma mano, sujetamos la articulación subastragalina y con la mano contralateral movilizamos el antepié generando movimientos de pronosupinación, verificando los grados obtenidos.

Sánchez et al (2007)²⁷ también estudiaron la AMT e idearon para ello un sistema novedoso de medición denominado MARA: *maniobra de aproximación a la realidad para el antepié*. Su medición se fundamenta en la maniobra descrita inicialmente por Root, pero añaden unas maniobras que simulan la carga en el plano plantar del antepié. Para ello, le piden al paciente que realice movimientos de flexión dorsal de manera muy lenta hasta su grado máximo, así como una flexión plantar hasta el grado de relajación del pie. En ese momento es cuando se visualiza la posición del antepié con respecto al retropié.

El principal inconveniente que presenta la exploración en carga radica en la complejidad de los sistemas descritos hasta ahora, son de difícil manejo y adquisición, circunstancias que dificultan su reproducibilidad clínica. Por otra parte muchos autores aseguran que con la exploración en descarga y la exploración dinámica podemos tener una idea muy cerca a la realidad de cómo se comporta la AMT.

CONCLUSIONES

- A lo largo de los años, son muchos los autores que han estudiado cómo medir o valorar la AMT. Se trata de una estructura compleja, con un movimiento triplanar, en la que intervienen numerosas estructuras. Por ello resulta complejo cuantificar su rango articular. Tal vez, por este motivo, los primeros modelos biomecánicos,

como el descrito por Root (1977), apuntaban que la mejor manera de explorar la AMT era mediante la valoración visual en descarga.

- Esta corriente biomecánica ha sido durante años un paradigma teórico asentado y considerado válido, puesto en práctica por muchos profesionales en su actividad clínica diaria. Sin embargo se le atribuyen numerosos sesgos intraobservador e interobservador, puesto que la valoración visual queda sujeta a la percepción del observador.
- El instrumento más válido para su medición es el goniómetro de dos ramas, instrumento de fácil manejo y del que disponemos en nuestras consultas. Sin embargo no debemos olvidar establecer un protocolo de exploración que permita la reproducibilidad de la maniobra con resultados fiables.
- El fracaso en otros métodos exploratorios radica fundamentalmente en la imposibilidad de llevarlos a cabo en nuestro día a día en la práctica clínica, por la complejidad de los aparatos y la dificultad de las maniobras descritas.
- Del mismo modo, en la exploración en carga, existen numerosos factores que dificultan su reproducibilidad clínica ya que los sistemas descritos hasta el momento son de difícil manejo y adquisición. Además muchos autores aseguran que con la exploración en descarga y la exploración dinámica podemos tener una idea muy próxima a la realidad de cómo funciona la AMT.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boone DC, Azen SP, Lin CM, Spence C, Baron C, Lee L. Reliability of goniometer measurements. *Phys Ther* 1978; 58: 7355 – 60.
2. Cobb SC, Tis LL, Johnson BF, Higbie EJ. The Effect of Forefoot Varus on Postural Stability. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004; 34 (2): 79 – 85.
3. Cornwall MW, Mcpoil TG, Fishco WD, Hunt L, Lane C, O' Donnell D. Reliability of Visual Measurement of Forefoot Alignment. *Foot Ankle* 2004; 25 (10): 745 – 48.
4. Elveru RA, Rothstein JM, Lamb RL. Goniometric reliability in a clinical setting. *Phys Ther* 1988; 68: 672 - 77.
5. Elveru RA, Jules M, Rothstein JM, Lamb RL, Riddle DL. Methods for Taking Subtalar Joint Measurements. *A Clinical Report. Physical Therapy* 1998; 68 (5): 672 - 77.
6. Florenciano Restoy JL. Sistema para la validación ortopédica del antepié en problemas deportivos. *El Peu* 2005; 25 (2): 80 – 7.
7. Garbalosa J, McLure M, Catlin PA, Wooden M. The frontal plane relationship of the forefoot to the rearfoot in an asymptomatic population. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 20: 200 - 6.
8. Glasoe WM, Allen MK, Ludewig PM. Comparison of first ray dorsal mobility across different forefoot alignments. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000; 30: 612 - 23.
9. Glasoe WM, Allen MK, Ludewig PM. Measuring forefoot alignment with a table-mounted goniometric device. *Aus J Phys Ther* 2002; 48: 51 - 4.
10. Hamilton CF, Lachenbruch PA. The reliability of goniometers in assessing finger joint angle. *Phys Ther* 1969; 49:465 – 9.
11. Hellebrandt FA, Duvall EN, Moore ML. The measurement of joint motion. Part 111: Reliability of goniometry. *Phys Ther* 1949; 29: 302 – 7.
12. 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; 3 (3): 112 – 6.
13. Kaye IM, Sorto LA. The K-square: A biomechanical measuring device for the foot and ankle. *J Am Podiatr Med Assoc* 1979; 69: 58 – 64.
14. Lafuente G. Patrón rotador de la extremidad inferior. Un nuevo parámetro exploratorio. Relación con el hallux limitus [Tesis]. Departamento de Podología: Universidad de Sevilla; 2006.
15. LaPorta GA, Scarlet I. Radiographic changes in the pronated and supinated foot: A statistical analysis. *J Am Podiatr Med Assoc* 1977; 67: 328 – 38.
16. Manter JT. Movements of the subtalar and transversetarsal joints. *AnatRec* 1941; 80 (4): 397 – 410.
17. McPoil TG, Knecht HC, Schuit D. A survey of foot types in normal females between the ages of 18 and 30 years. *J Orthop Sports Phys Ther* 1988; 9 (72): 346 – 9.
18. Michaud TC. *Foot Orthoses and Others Forms of Conservative Foot Care*. Massachusetts: Williams and Wilkins; 1996.
19. Moreno de la Fuente JL. *Podología General y Biomecánica*, Barcelona: Masson; 2009. p. 357 – 64.
20. Mueller MJ, Host JV, Norton BJ. Navicular Drop as a Composite Measure of Excessive Pronation. *J Am Podiatr Med Assoc* 1993; 83 (4): 198 – 202.
21. Nester CJ et al. Scientific approach to the axis of rotation at the midtarsal joint. *J Am Podiatr Med Assoc* 2001 Feb; 91 (2): 68 – 73.
22. Nester CJ, Findlaw AH. Clinical and experimental models of the midtarsal joint: proposed terms of reference and associated terminology. *J Am Podiatr Med Assoc* 2006 Jan- Feb; 96 (1): 24 – 31.
23. Phillips RD, Christek DB, Phillips RL. Clinical measurement of the axis of the subtalar joint. *J Am Podiatr Med Assoc* 1985; 75: 110 – 31.
24. Root ML, Orien W, Weed JH. *Normal and Abnormal Function of the Foot*, vol. 2. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corp; 1977.
25. Root ML, Orien W, Weed JH, Hughes RJ. *Exploración biomecánica del pie*, vol 1. Madrid: Ortofen; 1991.
26. Rueda Sánchez M. *Los desequilibrios del pie*. Barcelona: Paidotribo; 2004.
27. Sánchez Gómez R, Becerro de Bengoa Vallejo R, Losa Iglesias ME, Gómez Martín B. MARA: maniobra de aproximación a la realidad para el antepié. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas* 2007; 1 (2): 17 - 24.
28. Seibel M.O. *Función del pie*. Madrid: Ortofen; 1994.
29. Smith LS, Clarke TE, Hamill CL, Santopietro F. The effects of soft and semi-rigid orthoses upon rearfoot movement in running. *J Am Podiatr Med Assoc* 1986; 76 (4): 227 – 33.
30. Somers D, Hanson J, Kedzierski C, Nestor K, Quinlivan K. The influence of experience on the reliability of goniometric and visual measurement of forefoot position. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997; 25: 192 – 202.