



## ARTÍCULO ORIGINAL

# Resultados del test de Lunge en pacientes con hallux limitus funcional: estudio transversal de casos y controles



José Javier Alfaro Santafé<sup>a,b</sup>, Antonio Gómez Bernal<sup>a,b,\*</sup>,  
Carla Lanuza Cerezóximo<sup>a,b</sup>, Carlos Sempere Bonet<sup>b</sup>, Aida Barniol Mercade<sup>b</sup>  
y José Víctor Alfaro Santafé<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ciencias de la Salud de Manresa, Universidad de Vic / Universidad Central de Cataluña, Manresa, Barcelona, España

<sup>b</sup> Sede Central de Podoactiva, Parque Tecnológico Walqa, Huesca, España

Recibido el 7 de julio de 2017; aceptado el 9 de octubre de 2017

Disponible en Internet el 3 de noviembre de 2017

### PALABRAS CLAVE

Articulación del tobillo;  
Músculos gastrocnemios;  
Hallux limitus funcional;  
Flexión dorsal de tobillo;  
Lunge test;  
Primera articulación metatarsofalángica;  
Carga

### Resumen

**Introducción:** El hallux limitus funcional (HLF) es una alteración funcional de carácter multifactorial que se caracteriza por la dificultad que presenta a la flexión dorsal en carga, la primera articulación metatarsofalángica. El objetivo de este estudio es comprobar una posible relación entre una disminución de dorsiflexión de la articulación talocrural con una limitación de la articulación metatarsofalángica.

**Pacientes y métodos:** Se analizaron los valores del Weight-Bearing Lunge Test (WBLT) de 26 participantes, de los cuales 13 presentaban HLF y 13 controles. Se realizaron los test de HLF en descarga y WBLT en carga al total de la muestra, realizándose 3 mediciones para el WBLT para obtener su resultado como media  $\pm$  desviación estándar con el objetivo de relacionarlo con la presencia de HLF. Se realizó la prueba de la t de Student para muestras independientes comparando el resultado del WBLT en los grupos de casos y controles. Se analizaron los miembros derecho e izquierdo en toda la muestra y diferenciado también por sexos.

**Resultados:** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de casos y controles en el rango de flexión dorsal en la pierna derecha ( $30,84 \pm 2,820$  vs.  $34,92 \pm 1,93$ ;  $p < 0,05$ ) pero no en la pierna izquierda ( $31,00 \pm 4,000$  vs.  $34,30 \pm 2,56$ ;  $p = 0,19$ ). En relación con el género, las diferencias entre casos y controles fueron igualmente significativas para el sexo femenino y el masculino en la pierna derecha, pero no en la izquierda.

**Conclusiones:** Sobre la base de los resultados obtenidos en el presente estudio, se ha encontrado asociación entre la presencia de HLF y la disminución del rango de movilidad de la articulación talocrural, aunque son necesarios más estudios que evidencien esta relación biomecánica.

© 2017 Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos de España. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [agomez@umanresa.cat](mailto:agomez@umanresa.cat) (A. Gómez Bernal).

**KEYWORDS**

Ankle joint;  
Gastrocnemius  
muscle;  
Functional hallux  
limitus;  
Ankle dorsiflexion;  
Lunge test;  
First  
metatarsophalangeal  
joint;  
Weight bearing

## Results of the weight-bearing Lunge test on patients with functional hallux limitus: A cross sectional case-control study

**Abstract**

**Background:** Functional Hallux Limitus (FHL) is a well-known multifactorial functional disruption defined as a clinical entity characterized by the difficulty of loading the metatarsal-phalangeal joint of the first finger to the dorsal flexion when weight-bearing. The objective of this study is to verify a possible relationship between a decrease in dorsiflexion of the talocrural joint with a limitation of the first phalangeal metatarsal joint.

**Patients and methods:** Weight-Bearing Lunge Test (WBLT) values of 26 participants were analyzed, 13 had FHL and 13 were controls. FHL test and WBLT were performed in the whole sample. Three measurements were made for the WBLT to obtain its result as mean  $\pm$  standard deviation in order to relate it to the presence of HLF. The t-Student test was performed on independent samples comparing the WBLT results on the cases and controls groups. The left and the right limbs were analyzed for the sample and a distinction was made between genders.

**Results:** Statistically significant differences were found between the cases group and the control group at the dorsal flexion range of motion for the right leg ( $30,84 \pm 2,820$  vs  $34,92 \pm 1,93$ ;  $P < .05$ ) but not for the left leg ( $31,00 \pm 4,000$  vs  $34,30 \pm 2,56$ ;  $P = .19$ ). In relation to the gender, the differences between cases-control were equally significant for the female and male genders on the right leg, but not on the left.

**Conclusions:** Based on the results obtained in the study, an association between HLF and a decrease in the range of motion of the talocrural joint has been found, although further studies are needed in order to correlate this biomechanical relation.

© 2017 Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos de España. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

El hallux limitus funcional (HLF) es una alteración funcional de carácter multifactorial conocida, definida como una entidad clínica que se caracteriza por la dificultad que presenta a la flexión dorsal en carga la articulación metatarsofalángica del primer dedo compuesta por el primer metatarsiano y por la falange proximal<sup>1,2</sup>.

El HLF se caracteriza por no alcanzar los 20° de flexión dorsal en la cadena cinética cerrada, mientras que en cadena cinética abierta existe una flexión dorsal de unos 65-75°<sup>3</sup>. Cuando esta no alcanza los 65-75° de flexión dorsal en descarga, se trata de un hallux limitus real/estructurado y se corresponde con el avance de la degeneración de la articulación. Como particularidades, existe un dolor intermitente a nivel de la articulación, incongruencia del espacio articular y ligera deformación de los sesamoideos. El progresivo avance de esta alteración funcional se corresponde con la entidad clínica denominada hallux rigidus, donde no se llega a los 10° de flexión dorsal de la articulación, desapareciendo el espacio articular y estando la posibilidad de que haya osteofitos y deformidad en los sesamoideos<sup>1,2</sup>.

Estas alteraciones funcionales son, tras el hallux valgus, las principales afecciones a nivel del primer radio, siendo esta la que presenta mayor prevalencia de artrosis tras la articulación de la rodilla<sup>4,5</sup>.

Desde un punto de vista biomecánico, el movimiento en el plano sagital de la primera articulación metatarsofalángica adquiere una vital importancia en la función normal del pie durante la marcha. Se establece que para tener una

efectiva progresión del centro de masas durante la fase propulsiva del paso se necesitan aproximadamente de entre 65 a 75° de flexión dorsal del hallux<sup>6</sup>.

En el buen funcionamiento de esta articulación influyen muchos factores, entre los que destacan la acción del flexor corto del hallux, el aparato sesamoideo, la cápsula articular y la fascia plantar<sup>7,8</sup>. Entre las consecuencias que puede tener la presencia de un HLF, destacan la desviación del centro de presiones, el aumento de la presión plantar bajo la cabeza del primer metatarsiano, el incremento de la pronación en las articulaciones de mediopie, abductory twist, la falta de extensión de la rodilla y un temprano choque de talón en dinámica<sup>9</sup>. Los test utilizados para discernir la presencia de HLF fueron descritos por Payne y Dananberg<sup>10</sup>.

Por otro lado, la dorsiflexión (DF) de la articulación talocrural permite el movimiento de flexión plantar y flexión dorsal en el plano sagital, y es una de las articulaciones más importantes y complejas del pie. Un adecuado rango de DF es necesario para la correcta realización de actividades diarias, tales como andar, correr, subir escaleras, levantarse de una silla y agacharse<sup>11</sup>. De este modo, una disminución de la DF del tobillo supone una afectación de la biomecánica podal y por tanto de una alteración funcional del pie<sup>12,13</sup>. La evaluación de la amplitud de movimiento de la DF de la articulación talocrural es esencial para identificar los factores de riesgo de muchas lesiones de la extremidad inferior<sup>13</sup>.

El Lunge test o WBLT es un protocolo de exploración clínica científicamente validado. Es frecuentemente utilizado en la literatura científica con el fin de cuantificar el déficit de recorrido angular de la articulación talocrural durante la

flexión dorsal<sup>14,15</sup>. La importancia de la DF durante la marcha hace del WBLT un test muy usado en consulta por aquellos especialistas dedicados a tratar patologías de miembro inferior. Además, el WBLT es utilizado para detectar déficits de amplitud de movimiento en aquellos sujetos con patología traumática (inestabilidad) de tobillo y medir el progreso durante procesos de rehabilitación<sup>16,17</sup>. Estudios prospectivos han demostrado que el WBLT puede también ser usado como predictivo de lesiones<sup>18,19</sup>.

La existencia de un déficit de movilidad a nivel de la primera articulación metatarsal-falángica en dinámica puede provocar una inadecuada activación del mecanismo de Windlass, lo que podría dar lugar a un exceso de tensión en la fascia plantar<sup>3</sup>. Dado que se indica que el cuerpo es un complejo de cadenas musculofasciales y articulares<sup>20</sup>, esta misma tensión podría transmitirse a través del sistema aquileo-calcáneo-plantar hasta el tríceps sural, teniendo como consecuencia un acortamiento muscular a ese nivel<sup>21,22</sup>. Toda esta serie de teorías y conocimientos nos animan a intentar averiguar si es factible la existencia de una relación patobiomecánica entre la alteración funcional HLF y la presencia de acortamiento muscular posterior en el complejo gastrocnemio-sóleo.

La hipótesis de este estudio refiere que es posible que existan diferencias significativas en el resultado del WBLT entre los sujetos que presentan HLF y sujetos sanos. El objetivo principal de este estudio trata de valorar la posible asociación existente entre una disminución de la flexión dorsal de tobillo medida mediante WBLT y la presencia de HLF en sujetos jóvenes.

## Pacientes y métodos

### Población de estudio

Los datos estudiados pertenecen a una muestra compuesta por hombres y mujeres que acudieron a la central de Podología y Biomecánica Podoactiva, en la localidad de Huesca (España), para realizarse un estudio biomecánico preventivo de la pisada, algunos de los sujetos fueron diagnosticados de HLF en ambos pies. El Comité de Ética de Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón (España) aprobó el estudio para su ejecución. Además, fue requerido un consentimiento informado a los sujetos con el fin de autorizar la realización del estudio.

Se registraron los datos demográficos de los participantes, incluyendo sexo, edad, altura, peso e índice de masa corporal (IMC). Además, se midió el FPI siguiendo el protocolo descrito por Redmond et al.<sup>23</sup>. Rigurosamente, tomamos como criterio de inclusión que los participantes en el estudio no tuvieran antecedentes quirúrgicos, tuvieran un IMC normal, no fueran mayores de 50 años y no estuvieran sometidos a tratamiento médico-rehabilitador en el momento de la realización del estudio. Los pacientes fueron admitidos de forma consecutiva, conforme fueron llegando a la consulta de Podología, evaluándose a aquellos en los que se confirmó la presencia de HFL (casos) y a aquellos en los que no (controles), rigurosamente no se admitieron a estudio aquellos sujetos que presentaran otras alteraciones funcionales o estructurales de la marcha. No se tuvo en



Figura 1 Ejecución del WBLT (Weight-Bearing Lunge Test).

cuenta el nivel de actividad física de los pacientes y si estos practicaban deporte de forma regular.

### Medición de variables

La recogida de datos se llevó a cabo a lo largo del mes de marzo del 2017, por un mismo podólogo especialista en Biomecánica con una experiencia de 8 años. Se realizaron los test de HLF en descarga y WBLT en carga al total de la muestra. Ambos test han sido validados<sup>11,21,22</sup>. Para realizar el WBLT se pedía al paciente que se colocase en una posición de bipedestación, retrasase un pie hasta una posición confortable y se le instruyó para realizar la FD de tobillo del pie adelantado, midiendo con la aplicación móvil TiltMeter® - Advanced Level and Inclinometer v. 1.1.2 (IntegraSoftHN, Carlos E. Hernández Pérez, 2012) los grados que alcanzaba la tibia en su parte posterior (trayecto tendón de Aquiles) (fig. 1)<sup>24</sup>. A continuación, se realizaba el mismo protocolo para la medición del WBLT en el otro miembro inferior.

Para el test de HLF se pidió a los pacientes que se posicionaran en decúbito supino en una camilla de exploración. Se les instruyó para que no ayudaran con su contracción voluntaria y se realizó la FD de la primera articulación metatarsal-falángica, realizando 3 intentos para cada pie. Los investigadores evaluaron la congruencia, los grados de movilidad articular y el estado del mecanismo, como se puede observar en la<sup>6,10</sup> figura 2.

En total se realizaron 3 mediciones para el WBLT para obtener su resultado como media  $\pm$  desviación estándar (DE) con el objetivo de relacionar el resultado con la presencia de HLF.

### Análisis de los datos

Los resultados fueron estudiados tanto realizando una comparación general entre grupos casos-control, como de casos-control entre ambos sexos. En cuanto al análisis estadístico, en primer lugar se realizó un análisis exploratorio de los datos. La variable cuantitativa se expresa como media  $\pm$  DE.

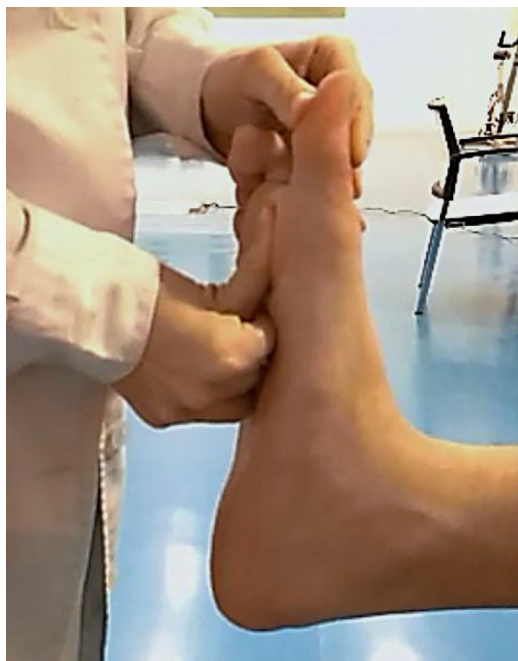


Figura 2 Hallux Limitus Funcional Test.

Para asumir o no varianzas iguales ( $p < 0,05$ ), se tuvo en cuenta la prueba de Levene para la igualdad de varianzas. La comparación de medias entre los 2 grupos de estudio se realizó mediante el test de t-Student para muestras independientes. El test de Shapiro-Wilk no mostró violaciones en la normalidad de los datos de la muestra.

Fueron estudiados de forma separada el pie derecho y el pie izquierdo, haciendo las comparaciones de cada miembro entre el grupo de casos (con HLF) y el grupo de controles (sin HLF).

El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico SPSS 22.0 para Windows (SPSS Ibérica, Madrid, España). La significación estadística se fijó en un nivel de  $p$  inferior a 0,05.

## Resultados

La muestra del presente estudio se compone de 26 jóvenes de entre 21 a 27 años (edad media  $\pm$  DE,  $24,23 \pm 1,96$  años), sin discriminación de sexo (15 hombres y 11 mujeres). El grupo se clasificó en 13 sujetos (casos) diagnosticados de HLF y 13 sujetos sanos (controles) sin presencia de HLF.

La tabla 1 muestra los resultados del análisis de los datos demográficos de la muestra del estudio. Del total de los

13 sujetos medidos con HLF se observa en la tabla 2 cómo el rango de DF de la articulación talocrural en el pie izquierdo tiene una media de  $31,00 \pm 4,00$  grados, mientras que en el pie derecho la media es de  $30,84 \pm 2,82$  grados. En cuanto al grupo control, observamos que la media en el pie izquierdo es de  $34,30 \pm 2,56$  grados y en el pie derecho de  $34,92 \pm 1,93$  grados. Mostrando una diferencia estadísticamente significativa con un valor  $p = 0,001$  en el pie derecho y con un valor  $p = 0,19$  en el pie izquierdo mediante la prueba t-Student para muestras independientes.

La comparación de los datos entre los grupos caso y control en función del sexo se puede apreciar en la tabla 3. En el caso de los sujetos masculinos, se asumieron varianzas iguales y se obtuvo que para la pierna derecha los resultados en la diferencia de grados en el WBLT, entre los casos y los controles fueron estadísticamente significativos ( $29,88 \pm 3,09$  y  $34,71 \pm 1,60$ , respectivamente), no resultando así en el caso de la pierna izquierda ( $30,75 \pm 4,86$  y  $34,28 \pm 2,63$ , respectivamente). En cuanto al sexo femenino, para la pierna izquierda no se asumieron varianzas iguales ( $p < 0,05$ ), según la prueba de Levene, al contrario que en el caso del miembro inferior derecho. La diferencia entre los grupos casos-controles fue significativa en ambas piernas para este género.

## Discusión

En el presente trabajo hemos evaluado si existen diferencias significativas al comparar el rango de movilidad de la articulación talocrural en sujetos sanos con un rango de movilidad de la articulación metatarsofalángica normal y pacientes con HLF. Los resultados obtenidos con la muestra estudiada en el presente estudio han mostrado una asociación significativa en el miembro derecho pero no en el izquierdo entre la presencia de HLF y la disminución del rango de movilidad de la DF de tobillo.

En relación con una explicación que fundamente los resultados de la hipótesis expuesta, son muchos los factores predisponentes a la aparición de HLF. Entre estos destacan una contractura de la musculatura flexora del primer dedo, la existencia de un metatarsus primus elevatus, una hiper movilidad del mismo o un proceso degenerativo como la osteoartritis<sup>3</sup>.

La explicación biomecánica de la relación entre estas 2 entidades clínicas se basa en la teoría del plano sagital de Dananberg<sup>6</sup>, ya que una disminución o una dificultad a la flexión dorsal de la articulación metatarsofalángica del primer dedo provoca una mala instauración del mecanismo de Windlass<sup>8</sup>. Un aumento de la tensión de los músculos y

Tabla 1 Análisis de las diferencias de datos demográficos mediante la prueba t-Student

Variabes	Controles (n = 13) Media $\pm$ DE	Casos (n = 13) Media $\pm$ DE	Total (n = 26) Media $\pm$ DE	p valor (< 0,05)
Edad	24,38 $\pm$ 1,85	24,23 $\pm$ 1,96	24,3 $\pm$ 0,36	0,054
Peso (kg)	65,92 $\pm$ 9,87	71,69 $\pm$ 12,84	68,80 $\pm$ 2,27	0,100
Altura (cm)	171,61 $\pm$ 7,34	173,76 $\pm$ 8,79	172,69 $\pm$ 1,57	0,056
IMC	22,38 $\pm$ 2,01	23,51 $\pm$ 2,25	22,95 $\pm$ 0,52	0,522

IMC: índice de masa corporal.

**Tabla 2** Media  $\pm$  desviación estándar de PI y PD del grupo control y casos para la variable WBLT

	WBLT PD Media $\pm$ DE	WBLT PI Media $\pm$ DE
Controles	34,92 $\pm$ 1,93	34,30 $\pm$ 2,56
Casos (HLF)	30,84 $\pm$ 2,82	31,00 $\pm$ 4,00
p valor (< 0,05)	0,001	0,019

Test t-Student.

PD: pie derecho; PI: pie izquierdo.

**Tabla 3** Comparación WBLT caso-control en relación con el género

	Hombres, n = 15		Mujeres, n = 11		
	WBLT PI Media $\pm$ DE	WBLT PD Media $\pm$ DE	WBLT PI Media $\pm$ DE	WBLT PD Media $\pm$ DE	
Controles (n = 7)	34,28 $\pm$ 2,63	34,71 $\pm$ 1,60	Controles (n = 6)	35,17 $\pm$ 2,40	35,17 $\pm$ 2,40
Casos (n = 8)	30,75 $\pm$ 4,86	29,88 $\pm$ 3,09	Casos (n = 5)	31,40 $\pm$ 1,52	32,40 $\pm$ 1,52
p valor (< 0,05)	0,111	0,003	p valor (< 0,05)	0,032	0,047

Test t-Student.

PD: pie derecho; PI: pie izquierdo.

elementos que lo componen, en la fase de despegue digital o tercer rocker debido a la flexión dorsal de la metatarsfalángica, provoca una activación de la fascia plantar acortando su recorrido muscular. Como consecuencia, aparece un aumento de la tensión muscular en el sistema aquíleo-calcáneo-plantar siguiendo por soleo y gastrocnemios, provocando una contractura y acortamiento de los mismos<sup>25</sup>. La retracción de los músculos que componen la cadena posterior y planta del pie provoca una dificultad a la flexión dorsal de la articulación talocrural<sup>26</sup>.

Otro factor que podría afectar a la limitación de la flexión dorsal de la articulación talocrural puede ser la pronación, generando tensión en la fascia plantar<sup>26</sup>. Un estrés tensil a nivel de la fascia plantar puede impedir el correcto funcionamiento del mecanismo de Windlass<sup>27</sup>; esta tensión se puede transmitir hacia la cadena posterior a través del sóleo y los gemelos, provocando una dificultad en el movimiento de flexión dorsal de la articulación talocrural<sup>27</sup>. A su vez, una pronación excesiva en la última fase de la marcha provoca una sobresolicitación de la articulación metatarsfalángica del primer dedo, dando esta lugar a una degradación de la misma y a la aparición de un HLF<sup>28</sup>.

En los estudios de Bennell et al.<sup>29,30</sup> se demuestra que no existe diferencia en el ángulo de DF de la articulación talocrural en grupos de jóvenes bailarinas cuando se compara con un grupo control de jóvenes sanas que no practican ballet. Este hecho muestra semejanza con nuestra hipótesis, relacionando que un HLF puede reducir el rango de DF de la articulación talocrural y empeorando su pronóstico.

De acuerdo con la comparativa realizada entre sexos, para el género femenino la diferencia entre los casos y los controles sí resultó significativa en ambas piernas. En cambio, para el grupo de los varones esto se cumplió únicamente en el miembro inferior derecho, pero no en el izquierdo, lo que resulta extraño tras haber realizado las comparaciones generales, sin diferencia de sexo entre grupo caso y control, donde las diferencias de grados del WBLT, resultaron significativas en ambas extremidades. Se ha de esclarecer que

para este estudio no se tuvo en cuenta la bilateralidad de los sujetos, lo cual pudo haber influido en estos resultados, concepto defendido por algunos<sup>31</sup> pero rebatido por otros, quienes aseguran que no hay diferencias de acortamiento-estiramiento muscular entre el miembro dominante y el no dominante<sup>32</sup>.

Como conclusión, los hallazgos del presente estudio indican que puede existir una asociación entre la presencia de un HLF y la disminución del rango de movilidad de la articulación del talocrural, pues en los resultados obtenidos se han observado diferencias estadísticamente significativas entre los grados de DF de la articulación talocrural en sujetos jóvenes sanos con HLF comparado con los grados de DF de la articulación talocrural en sujetos sin HLF. Estos hallazgos pueden ser de gran interés en la práctica clínica, dado que el HLF es una de las alteraciones funcionales más frecuentes en consultas de podología y biomecánica, por lo que ante una limitación del WBLT se debe comprobar si existe un HLF asociado.

Después de este primer estudio observacional relacionando casos y controles, serían necesarios más estudios que evidencien la relación biomecánica entre el HLF con limitación de la flexión dorsal de tobillo en muestras más extensas y heterogéneas.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Dananberg HJ. Functional hallux limitus and its relationship to gait efficiency. J Am Podiatr Med Assoc [Internet]. 1986;76:648-52, <http://dx.doi.org/10.7547/87507315-76-648> [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: Available from: <http://www.japmaonline.org/doi/abs/10.7547/87507315-76-11-648>

2. Monzón F, Soriano F, Montoro A, Calpena L, Meroño F, Pascual Gutiérrez R, et al. Patomecánica del hallux limitus. *Rev Española Podol.* 2002;13:13–8.
3. Munuera Martínez PV. El primer radio biomecánica y ortopodología. *EXA.* 2009;1:194–6.
4. Muehleman C, Bareither D, Huch K, Cole AA, Kuettner KE. Prevalence of degenerative morphological changes in the joints of the lower extremity. *Osteoarthr Cartil* [Internet]. 1997;5:23–37 [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9010876>.
5. Pascual Gutiérrez R, López Ros P, Alonso Montero C, Chicharro Luna E, Bustos García MJ. Patomecánica del primer radio. *Rev Española Podol.* 2001;12:323–33.
6. Dananberg HJ. Sagittal plane biomechanics. *American Diabetes Association. J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2000;90:47–50, <http://dx.doi.org/10.7547/87507315-90-1-47> [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.japmaonline.org/doi/abs/10.7547/87507315-90-1-47>
7. Durrant MN, Siepert KK. Role of soft tissue structures as an etiology of hallux limitus. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 1993;83:173–80, <http://dx.doi.org/10.7547/87507315-83-4-173> [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.japmaonline.org/doi/abs/10.7547/87507315-83-4-173>
8. Fuller EA. The windlass mechanism of the foot. A mechanical model to explain pathology. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2000;90:35–46, <http://dx.doi.org/10.7547/87507315-90-1-35> [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.japmaonline.org/doi/abs/10.7547/87507315-90-1-35>
9. Van Gheluwe B, Dananberg HJ, Hagman F, Vanstaen K. Effects of hallux limitus on plantar foot pressure and foot kinematics during walking. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2006;96(5):428–36 [consultado 31 Ene 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16988174>
10. Payne C, Chuter V, Miller K. Sensitivity and specificity of the functional hallux limitus test to predict foot function. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2002;92:269–71 [consultado 1 Feb 2017], Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12015407>
11. Bohannon RW, Tiberio D, Zito M. Selected measures of ankle dorsiflexion range of motion: Differences and intercorrelations. *Foot Ankle* [Internet]. 1989;10:99–103 [consultado 3 Feb 2017 Feb 3]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2807113>
12. Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y. Chronic ankle instability: Biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96:424–32.
13. Hoch MC, McKeon PO. Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. *Man Ther* [Internet]. 2011 Oct;16:516–9 [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21429784>
14. Hall EA, Docherty CL. Validity of clinical outcome measures to evaluate ankle range of motion during the weight-bearing lunge test. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2016 Nov 23 [consultado 1 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28108266>
15. Bennell KL, Talbot RC, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly DH, Hall AJ. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother* [Internet]. 1998;44:175–80 [consultado 2 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11676731>
16. Hoch MC, Staton GS, Medina McKeon JM, Mattacola CG, McKeon PO. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2012;15:574–9 [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22575498>
17. Hoch MC, McKeon PO. The effectiveness of mobilization with movement at improving dorsiflexion after ankle sprain. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2010;19:226–32 [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20543222>
18. Pope R, Herbert R, Kirwan J. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *Aust J Physiother.* 1998;44:165–72.
19. Gabbe BJ, Finch CF, Wajswelner H, Bennell KL. Predictors of lower extremity injuries at the community level of Australian football. *Clin J Sport Med* [Internet]. 2004 Mar;14:56–63 [consultado 3 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15014338>
20. Stecco C, Corradin M, Macchi V, Morra A. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *J Anat* [Internet]. 2013 [consultado 8 Sep 2017]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joa.1/full.1211>
21. Bolívar YA, Munuera PV, Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* [Internet]. 2013;34:42–8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23386760>
22. Pascual Huerta J. The effect of the gastrocnemius on the plantar fascia. *Foot Ankle Clin* [Internet]. 2014;19:701–18 [consultado 8 Sept 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25456717>
23. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2008;1:6 [consultado 9 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18822155>
24. Chisholm MD, Birmingham TB, Brown J, Macdermid J, Chesworth BM. Reliability and validity of a weight-bearing measure of ankle dorsiflexion range of motion. *Physiother Can.* 2012;64:347–55.
25. Barouk LS. The effect of gastrocnemius tightness on the pathogenesis of juvenile hallux valgus. *Foot Ankle Clin.* 2014;19:807–22.
26. Wezenbeek E, Willems TM, Mahieu N, van Caekenberghe I, Witvrouw E, de Clercq D. Is Achilles tendon blood flow related to foot pronation? *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2017;24 [consultado 27 Feb 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28233345>
27. Hoke BR. Biomechanics of the foot, ankle and lower. *Google Académico* [Internet] [consultado 23 Sept 2017]. Disponible en: <https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as.sdt=0%2C5&q=Hoke+BR.+Biomechanics+of+the+Foot%2C+Ankle+and+Lower+Extremity.+Aiken%2C+SC%3A+Motivations%2C+Inc%3B2002.&btnG=>
28. Harradine PD, Bevan LS. The effect of rearfoot eversion on maximal hallux dorsiflexion. A preliminary study. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2000 Sep;90:390–3 [consultado 1 Mar 2017]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11021049>
29. Bennell K, Khan KM, Matthews B, de Gruyter M, Cook E, Holzer K, et al. Hip and ankle range of motion and hip muscle strength in young novice female ballet dancers and controls. *Br J Sport Med.* 1999;33:340–6.
30. Bennell KL, Khan KM, Matthews BL, Singleton C. Changes in hip and ankle range of motion and hip muscle strength in 8-11 year old novice female ballet dancers and controls: A 12 month follow up study. *Br J Sport Med.* 2001;35:54–9.
31. Wirtz P, Vito G, Long D. Calcaneal apophysitis (Sever's disease) associated with Tae Kwon Do injuries. *J Am Podiatr* [Internet]. 1988 [consultado 8 Sept 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3171964>
32. Escobar J, Fernández A, Cepa C, Andrino J. Estudio de la relación entre la práctica del fútbol y el acortamiento muscular. *Fisioterapia* [Internet]. 2004 [consultado 8 Sept 2017]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211563804731211>