

Nueva visión del tratamiento de la fascitis plantar en deportistas. Utilidad del entrenamiento funcional mediante el esquí.

Alfredo Córdova¹, Diego López¹, Diego Fernández-Lazaro¹ y Alberto Caballero².

¹Dpto. Bioquímica, Biología Molecular y Fisiología. Facultad de Fisioterapia. Campus Universitario de Soria. Universidad de Valladolid. Soria. España.

²Dpto. de Anatomía Humana. Facultad de Fisioterapia. Campus Universitario de Soria. Universidad de Valladolid. Soria. España.

Palabras clave: fascitis plantar; tendinitis; fascia; ejercicio; tratamiento.

Resumen. La fascitis plantar es un síndrome degenerativo que se produce como resultado de traumas repetidos en el origen de ésta, en el calcáneo. Suele presentarse en atletas y corredores, aunque también aparece en la población general, afectando aproximadamente a un 10% en ambos casos. Aunque su etiología no es del todo clara, es probable que la causa no sea única y haya diversos factores que contribuyan a su aparición. Estos son tales como el aumento de peso, el exceso de ejercicio físico o el calzado inadecuado, entre otros. La fascitis plantar se caracteriza por dolor en la región inferior del talón, en la planta del pie, que es especialmente intenso en los primeros momentos de la mañana al andar o después de un período de inactividad física o tras una bipedestación prolongada. A lo largo del día el dolor va disminuyendo, pero volverá si se lleva a cabo la actividad de levantamiento de peso. El tiempo de recuperación o resolución de esta patología es prolongado y existen varios métodos que pueden ayudar en su tratamiento, todos ellos diríamos que convencionales. Esta revisión plantea el tratamiento de la fascitis plantar a través del entrenamiento funcional de esquí, dadas las características biomecánicas que comporta este deporte.

New vision of plantar fasciitis treatment in athletes. Utility of functional training by ski.

Invest Clin 2017; 58(3): 309 - 318

Keywords: plantar fasciitis; tendonitis; fascia; exercise; treatment.

Abstract. Plantar fasciitis is a degenerative syndrome that occurs because of repeated traumas in the fascia origin on the calcaneus. It usually occurs in athletes and runners, although it also appears in the general population, affecting approximately 10% in both cases. Although its etiology is not entirely clear, it is likely, not due to a unique cause since there are several factors that contribute to its appearance. These are: weight gain, excessive physical exercise or inadequate footwear, etc. Plantar fasciitis is characterized by pain in the lower region of the heel, in the sole of the foot, which is especially intense in the first moments of the morning when walking, after a period of physical inactivity or after prolonged standing. Throughout the day the pain diminishes, but will return if weight-lifting activity is carried out. The recovery time or resolution of this pathology is prolonged and there are several conservative methods that may help in the treatment of plantar fasciitis. Therefore, in this review we propose the treatment of plantar fasciitis through functional ski training, given the biomechanical characteristics of this sport.

Recibido: 20-01-2017 Aceptado: 29-04-2017

INTRODUCCIÓN

La fascia plantar es un tejido conectivo en la parte inferior del pie que conecta el hueso del talón a los dedos de los pies. Es una aponeurosis poco elástica compuesta por tres partes o tres bandas de tejido fibroso: una central, una externa o lateral y una interna o medial. Su función es mantener la bóveda plantar y ayudar a absorber los choques. Además, la tensión de estiramiento de la fascia plantar impide la extensión del calcáneo y los metatarsianos y mantiene el arco longitudinal. Esencialmente, la fascia plantar soporta y mantiene el arco plantar, proporciona una mayor eficiencia a las fuerzas de propulsión durante la marcha, es un mecanismo de amortiguación de los tejidos blandos bajo las cabezas de los metatarsianos en la fase tardía del apoyo plantar y distribuye el peso ejercido sobre el an-

tepie entre todas las cabezas de los metatarsianos (1-3).

La fascia plantar tiene un rol importante en la transmisión de fuerzas del tríceps sural hacia los dedos del pie y, debido a su visco-elasticidad, permite reponer de gran cantidad de energía en cada paso o salto. Aquí, en la fase donde se produce el apoyo de la marcha, la fascia está sometida a diferentes tracciones y frecuentes traumatismos que la someten a tensión de una forma brusca. Son estas fuerzas de tracción las que generan la inflamación (3,4).

La fascitis plantar (FP) o también llamada “talalgia plantar” es una patología dolorosa del retropié localizada en la parte inferomedial del talón y suele ser la causa más frecuente de dolor en esta región en la población adulta. Se puede definir como “una inflamación del tejido conectivo grueso que se encuentra en la planta del pie

y que se fija en el talón” (5-7).

La FP es una lesión multifactorial secundaria a diversos factores de riesgo biomecánicos, medioambientales y anatómicos que se caracteriza por una sobrecarga mecánica crónica o por sobreuso de la misma produciendo un dolor localizado en la zona antero-interna del talón, aunque su etiología no es del todo clara. Actualmente está admitido que el mecanismo etiológico más aceptado de la FP es la consecuencia de microtraumas de repetición en la inserción de la fascia, siendo más probable con mayor edad, ya que a partir de los 40 años la capa de grasa que recubre el calcáneo empieza un proceso de atrofia y deshidratación, junto con una pérdida de colágeno y tejido elástico, con lo que la capacidad de absorber los impactos es menor (5-8).

Además, la alta reacción de las fuerzas en el suelo durante la locomoción también podrían colocar mayores cargas en la fascia plantar. Es lo que los médicos indican como excesivo, término utilizado para describir ciertas magnitudes de pronación y carga, pero que es difícil de valorar cuantitativamente. Sin embargo, parece que no hay duda, al menos desde el punto de vista teórico, que la cinemática y la cinética excesivas juegan un papel clave en el desarrollo y la prolongación de la FP persistente o refractaria (9).

La FP, se produce tanto en personas sedentarias como en deportistas. En el ámbito de la generalidad poblacional, aunque se desarrolla en personas de todas las edades, la fasciopatía plantar ocurre con mayor frecuencia en mujeres de 40-60 años de edad (7,10). En la mayoría, los casos de los sujetos no deportistas tienen sobrepeso siendo más frecuente unilateral. En deportistas, es particularmente frecuente en aquellos que desarrollan actividades de correr y bailar que requieren la máxima flexión plantar del tobillo y la dorsiflexión de la articulación metatarsal (7-10). En muchos casos, debido a su componente doloroso, tiene una repercusión importante en el ámbito deportivo y laboral.

Toomey (11) ha comunicado que más del 90% de los pacientes se curan con tratamiento no quirúrgico, pero esto puede requerir de 6 a 12 meses de tratamiento, siendo según este autor, la terapia de onda de choque extracorpórea un tratamiento no invasivo con una tasa de éxito comparable a la cirugía y una tasa de complicaciones baja, acortando mucho los tiempos de tratamiento.

Con la cirugía endoscópica los pacientes parecen recuperarse en 4 a 5 semanas. Sin embargo, y aunque parece que este periodo es corto, el tiempo de inmovilización y retardo en la vuelta a la actividad es más prolongado, y mucho más si se requiere entrenar a alto nivel.

En esta revisión se hace un breve resumen de lo que significa la FP así como los tratamientos existentes y su aplicación. Profundizando un poco más, este trabajo hace una nueva propuesta de tratamiento en deportistas, utilizando el deporte como herramienta; en este caso, mediante el esquí. La razón fundamental de esta propuesta obedece a que los deportistas, aun cuando están lesionados, deben mantener ciertos niveles de actividad y esto les permitirá que, tras la resolución de la lesión, estén en condiciones aceptables para seguir con su entrenamiento. La práctica del esquí requiere el desarrollo de cualidades técnicas que mejoran la coordinación, de aptitudes físicas fundamentadas claramente en la fuerza, así como aptitudes psíquicas y cognoscitivas que hacen que el deportista mejore. De ahí que se asume que el tratamiento de la fascitis plantar con el esquí puede ser una buena herramienta terapéutica que, además, permite al deportista mantenerse en forma.

Influencia de la biomecánica en la fascitis plantar

La FP demuestra un comportamiento reológico complejo, similar al tendón y al ligamento, que posee propiedades viscoelásticas dependientes del tiempo. Ya en 1954, Hicks (12) in-

dicó que la fascia actuaba como torno, de forma tal que el arco longitudinal del pie se eleva mediante el giro de la fascia alrededor de la cabeza de los metatarsianos durante la extensión de los dedos.

Las funciones que desempeña la fascia plantar son de gran interés desde el punto de vista de la biomecánica; representa una de las estructuras más importantes para mantener la integridad del arco longitudinal interno (ALI) del pie y así mantener la bóveda plantar, junto al ligamento largo plantar y al ligamento de Spring (ligamento calcáneo-astrágalo-escafoideo), ayudando a la musculatura intrínseca. La fascia soporta y mantiene el arco plantar. Además ayuda en la supinación de la articulación subastragalina durante la propulsión (mecanismo *Windlass*), almacena energía gracias a su comportamiento viscoelástico, liberándola en la propulsión, y transmite fuerzas de tensión desde el tríceps sural hasta los dedos. (13-15).

Para Hicks (12), la fascia realiza una función parecida a la de un torno, de tal forma que el ALI del pie se eleva con el giro de la fascia alrededor de la cabeza de los metatarsianos al extender los dedos. Se considera un mecanismo pasivo que depende de la estabilidad ligamentosa y la estructura ósea. Así, durante la marcha, la hiperextensión de los dedos y de las articulaciones metatarso falángicas hacen que la AP se tense, elevando el ALI, invirtiendo el retropié y rotando la pierna externamente (12).

La fascia plantar actúa como una armadura mecánica o plataforma que estabiliza el pie manteniendo la integridad del arco longitudinal medial. Kogler y col. (16) hicieron la interesante observación de que aunque el pie tiene una apariencia arciforme, estructuralmente no es un arco verdadero; es decir, no puede mantener su forma arqueada únicamente como resultado de su propia geometría. El arco del pie depende en gran medida de los tejidos blandos adyacentes para mantener su posición arqueada.

Otros autores (17) indicaron que la fascia actúa como un almacenador de energía en el pie, desempeñando una función de almohadillado ante las fuerzas que aparecen en la fase de despegue del pie en la marcha, creando un armazón debajo de las cabezas de los metatarsianos gracias a la tensión de las partes blandas.

Durante la marcha, el salto y la carrera existen fuerzas que estresan el pie y alteran el ALI. Una buena orientación de la fascia plantar es importante porque permite que el pie se acomode bien al suelo, ayuda a controlar la pronación y supinación del pie y estabiliza el arco; si la función del ALI no es correcta aumenta el estrés del tejido fascial. Además, es capaz de distribuir el peso que se ejerce sobre el pie entre todas las cabezas de los metatarsianos. La fascia plantar, también, proporciona una mayor eficiencia a las fuerzas de propulsión al caminar absorbiendo alrededor de 1,2 veces el peso corporal y hasta el doble del peso del cuerpo al correr, siendo un mecanismo de amortiguación de los tejidos blandos que se encuentran debajo de las cabezas de los metatarsianos en la fase de apoyo plantar tardía (18-20).

Existe también el denominado “mecanismo *windlass*”, de torno o de molinete, que puede describirse como el efecto que tiene la dorsiflexión de las falanges en el pie. Esta dorsiflexión tensa la fascia plantar, simulando un cordón o cable que conecta con el calcáneo y las articulaciones metatarsofalángicas, lo que fuerza al arco plantar a ascender. Durante la marcha, en la fase de propulsión del paso, la fascia plantar se “enrolla” alrededor de las cabezas de los metatarsianos, lo que provoca que se acorte la distancia entre el calcáneo y los metatarsianos para elevar el arco longitudinal interno. Este acortamiento, resultante de la dorsiflexión de los dedos, especialmente del primer dedo, se define como el principio del mecanismo de “*windlass*” o de “molinete” (13,19,21).

Kibler y col. (22), estudiaron la fuerza y fle-

xibilidad de los músculos que se ponen en tensión y son responsables de controlar las fuerzas en el pie durante la postura y el empuje, modificando así la sobrecarga en atletas con y sin FP. Observaron que el rango de movimiento en el grupo con FP fue significativamente restringido en comparación con el control. Respecto al pico de fuerza, demostraron que en el grupo con FP era significativamente menor que en el control a las diferentes velocidades estudiadas. Concluyeron que los sujetos con FP tenían menor fuerza y flexibilidad en la musculatura de apoyo de la pantorrilla y el pie.

Aspectos clínicos de la fascitis plantar

La etiología de la FP suele ser desconocida en la mayoría de los casos; sin embargo, es sin duda, de causa multifactorial, sobre todo en deportistas, bien por factores intrínsecos (anatómicos y biológicos) o bien por factores extrínsecos o funcionales, aunque la causa más común es de origen mecánico. La FP es una patología de una condición autolimitada y, aunque se desconocen con exactitud cuáles son los factores de riesgo, se han descrito algunos tales como la obesidad, permanecer largos periodos de tiempo en bipedestación, caminar sobre superficies duras o mantener pesos durante periodos prolongados de tiempo (5-10).

A lo descrito anteriormente hay que añadir que en la FP puede producir disminución de dorsiflexión del tobillo y el exceso de pronación mantenida del pie, pues esto aumenta el estrés del tejido fascial. Los factores que pueden provocar esto son el calzado inadecuado, una intensidad mayor en las actividades de la vida diaria o las alteraciones anatómicas del pie, como el pie varo, valgo, equino, plano y cavo. (5-10).

a) Signos y síntomas

La FP se manifiesta con dolor y afecta sobre todo a la base del talón. Representa la causa más común de dolor en la planta del pie y, por

lo general, su comienzo es insidioso, se inicia como una talalgia hasta que llega a diagnosticarse como FP. El dolor es más agudo en los primeros pasos de la mañana (debido a la rigidez que se presenta durante la noche), después de períodos de inactividad física, tras una bipedestación prolongada o con actividades en las que se realicen cargas de peso. En ocasiones el dolor llega a ser incapacitante, sobre todo con la dorsiflexión de las falanges, que incrementan la tensión de la fascia plantar. En general, cargar grandes pesos aumenta los síntomas y el reposo los mejora (5-10).

El dolor es debido a la flexión plantar que se produce durante el periodo de descanso, lo que hace que se contraiga levemente la fascia. Así, al andar, la dorsiflexión de los dedos hace que se produzca el estiramiento de ésta y en consecuencia provoca dolor, que disminuirá a lo largo del día. No es habitual la aparición de parestesias y si se presenta algún síntoma neurológico el diagnóstico debe ser otro.

La inflamación que se produce se debe a la repetición de microtraumatismos en la tuberosidad medial del calcáneo, donde se origina la fascia plantar. Como consecuencia, se pueden producir cambios degenerativos en el origen de ésta y generar periostitis del tubérculo medial del calcáneo que, a su vez, pueden dar lugar a la aparición de una calcificación y al posterior desarrollo de un espolón calcáneo (22,23).

A nivel microscópico se han observado alteraciones degenerativas como incremento en el número de fibroblastos, fragmentación de la sustancia fundamental, degeneración mixoide (acumulación de mucopolisacáridos ácidos en el tejido conectivo con alteración de los elementos fibrilares) y neovascularización, todo ello debido a que la capacidad de reparación normal de los tejidos se ve superada. También se puede observar fatiga tisular por el exceso de tracción, degeneración y micro desgarros en el tejido colágeno (11,24).

b) Diagnóstico

Como en toda patología, el diagnóstico clínico de la FP requiere una buena historia clínica del paciente y un examen clínico. (5-10).

Además de los síntomas característicos descritos, la palpación es clave. La exploración de la fascia plantar en su origen, la tuberosidad antero-interna del calcáneo, produce un dolor agudo propio de la FP. En los casos más desarrollados una palpación más proximal de la fascia también provoca dolor (5-10). Adicionalmente, se puede realizar la maniobra denominada “prueba del molinete” o “*windlass test*”, que consiste en realizar una dorsiflexión del primer dedo del pie: si resulta positiva el dolor incrementará. Esto se debe a que se produce un aumento de la tensión de la aponeurosis plantar, siendo más evidente y sensible cuando se realiza en bipedestación. (13,24).

c) Diagnóstico diferencial

En la práctica, se suele realizar un diagnóstico diferencial respecto a otras patologías, como fracturas del calcáneo, atrofia de la grasa plantar (5-10), así como de otras causas que pueden provocar talalgia. Para ello se valora la ausencia de mejoría en reposo, la positividad o no del “*windlass test*”, la exploración de los reflejos o la presencia de signos neurológicos e irradiación de dolor (11,13,16).

Muchas veces la FP ha sido diagnosticada como espolón calcáneo, sin embargo, los espolones no confirman un diagnóstico de FP. De hecho, se ha comunicado que el 50% de los pacientes con FP no presentan espolón y el 15% sí que lo presentan a pesar de no tener los síntomas (8).

En las radiografías simples del pie, que no suelen ser de gran utilidad, hasta un 15-20% de los pacientes con espolón calcáneo no presentan dolor plantar; tan sólo el 5% de las personas con dolor plantar sí que presentan un espolón (7,10).

El espolón calcáneo y los nervios de la zona (nervio calcáneo medial del nervio plantar lateral y nervio del abductor del quinto dedo) pueden verse afectados siempre que exista patología inflamatoria. Además, es posible que la enfermedad pueda empeorar por la falta de flexibilidad, el exceso de entrenamiento, la fatiga, la retracción del calcáneo o la pobre extensión que pueda soportar la fascia (22,24).

Para ello, últimamente se recurre a las pruebas de imagen, siendo muy útil la ecografía, postulándose como primera opción para diagnosticar y seguir el tratamiento de la FP debido a su sensibilidad diagnóstica y su bajo coste. Entre los hallazgos ecográficos destacan el engrosamiento de la fascia, la presencia de líquido perifascial y áreas hipoecoicas como factores asociados a la FP (25,26).

Entre las causas neurológicas más habituales se puede resaltar son los síndromes de compresión nerviosa, destacando el síndrome del túnel del tarso o la radiculopatía L5-S1, que provoca dolor en la cara externa de la pierna, debilidad de la musculatura extensora de los dedos y peroneos e, incluso, alteración del reflejo Aquileo (27).

Postura biomecánica en el esquí

La biomecánica en el esquí, como en todas las disciplinas deportivas y laborales, incide directamente en la técnica, el rendimiento y en la prevención de lesiones. En el esquí, se tienen en cuenta variables como la inclinación, viraje, la velocidad del ciclo de movimiento, la velocidad de desplazamiento, la longitud o ángulos de las articulaciones y los rangos de movimiento, además de las fuerzas aplicadas a través de los esquís y los bastones.

Una de las cualidades fundamentales en el esquí es la fuerza; es decir, la capacidad de generar tensión de cada grupo muscular a una velocidad específica. En la práctica del esquí alpino los músculos que más trabajan son los

cuádriceps, isquiotibiales, glúteos, aductores y erector del tronco (antiguamente conocidos como músculos epiespinoso del dorso, longísimo del dorso e iliocostal), en los cuales consta una mayor actividad EMG (28).

Para la técnica de esquí alpino es importante mantener la estabilidad en el plano frontal, dependiendo del radio de giro, y en el plano sagital, en el que el esquiador es obligado a controlar continuamente la disposición del cuerpo con respecto al ángulo variable de la pendiente (29,30).

En este deporte, la capacidad de controlar la postura del cuerpo está además limitada por las botas que restringen la movilidad de la articulación del tobillo y obliga al cambio de posición desde el natural al inclinado (31).

La bota de esquí tiene que adaptarse a la postura que permita la mejor biomecánica para el control del descenso, tanto en el plano frontal como en el sagital. Para el control sobre el plano sagital las botas tienen una importante particularidad que consiste en tener aproximadamente 17 grados de inclinación anterior sobre la vertical; es decir, cuando el esquiador se calza y se abrocha la bota, la articulación del tobillo queda en 17 grados, la cual queda a veces disminuida por una plantilla de la bota que lleva una pequeña cuña en el talón. Sin embargo, esta plantilla no evita completamente la dorsiflexión de la articulación del tobillo; por tanto, una elongación de los cuerpos musculares del tríceps sural y, en consecuencia, una tensión sobre el calcáneo hacia arriba que crea una tensión de elongación sobre la fascia plantar. A esto se suman las importantes contracciones que realiza este grupo muscular para mantener el equilibrio de la postura de esquí en el plano sagital.

Virmavirta y Komi (32) en un estudio acerca del efecto de las botas de esquí en los saltos, concluyeron que la rigidez de la estructura de las botas de salto puede dar lugar a un cambio de presión hacia adelante, limitando así la fuer-

za vertical efectiva. Este efecto aplicado a la terapéutica de la fascitis plantar puede suponer una importante hiperextensión de la fascia, lo que mejoraría esta lesión.

Tratamientos propuestos

Las principales terapias físicas utilizadas para el tratamiento conservador de la fascitis plantar en los estudios prospectivos y ensayos clínicos evaluados fueron los ultrasonidos, la iontoforesis, material ortopodológico, vendajes, estiramientos, ondas de choque, láser, magnetoterapia o acupuntura entre otras (33).

Recientemente, Berbrayer y Fredericson (34), en una revisión han examinaron las recomendaciones más recientes para el manejo de la fasciopatía plantar en fases agudas, subagudas y crónicas. Estos autores discutieron la evidencia para el tratamiento con diversas intervenciones, y proporcionaron sugerencias para la atención clínica de la FP.

Para el abordaje terapéutico, es importante la educación del paciente; la comprensión de su patología permitirá escoger la mejor opción de tratamiento, ya que existe una gran variedad de opciones de tratamiento, algunas de ellas sin clara evidencia científica (6-8,24).

Si bien no existe un protocolo estandarizado, la alternativa terapéutica que se propone en el presente trabajo, se basa en la utilización del deporte del esquí como herramienta terapéutica.

Tal propuesta se basa en que la postura durante la práctica del esquí hace que se produzca un estiramiento controlado e indoloro de la fascia. Los estiramientos que generan las fuerzas del pie en la bota del esquiador se realizan de forma lenta y prolongada durante la práctica de este deporte. Esta postura a lo largo de las sesiones de esquí, que no suelen ser de menos de 4 horas, incrementa la extensibilidad de los tejidos blandos a través de efectos mecánicos. Por otra parte, la tensión sobre la fascia no es extrema, ya que no hay movimientos de extensión de

los dedos por la rigidez de la bota.

En este sentido, se ha indicado que tanto los factores mecánicos como los neuronales influyen en la respuesta al estiramiento. La flexibilidad aumentada durante un estiramiento prolongado. Produce, principalmente, una rigidez pasiva reducida de la unidad músculo-tendón (35). Debido a que la resistencia pasiva es atribuible tanto a la rigidez intrínseca como a los mecanismos neuronales, los cambios en ambos niveles pueden aumentar la flexibilidad. Además, otros autores (36), demostraron mediante un ensayo clínico aleatorio que el uso de estiramientos mejoraba la patología.

CONCLUSIONES

El tratamiento conservador de la FP puede ayudar a solucionar la mayoría de los casos; sin embargo, algunos pacientes a quienes se les ha aplicado un tratamiento correcto (conservador) durante al menos 6 meses, no han conseguido mejorar su sintomatología.

La propuesta de la práctica del esquí como herramienta terapéutica, que se plantea en este trabajo, se debe a que la bota actúa como una férula, manteniendo la fascia plantar en un estado de estiramiento que durará como mínimo el tiempo que dure la actividad deportiva. Si se considera que, habitualmente, las sesiones de la práctica del esquí son de aproximadamente 5 horas diarias y se realizara al menos una semana; suponen unas 35 horas de tratamiento prolongado (férula constante en tensión). Esta actividad ayudaría eficazmente a la resolución de la FP, además mantiene la tonicidad de los músculos y a disminuir la pérdida de forma física que esta situación produciría en el deportista (paciente).

REFERENCIAS

1. **Netter FH.** Atlas de anatomía clínica. Ed. Elsevier Masson. Barcelona (España). 2015, p 307.
2. **Moore KL, Dalley AF, Agur AMR.** Anatomía con orientación clínica. Ed. Panamericana, Barcelona. 2013.
3. **Kwong PK, Kay D, Voner RT, White MW.** Plantar fasciitis. Mechanics and pathomechanics of treatment. Clin Sports Med. 1988;7:119-126.
4. **Wearing SC, Smeathers JE, Urry SR, Hennig EM, Hills AP.** The pathomechanics of plantar fasciitis. Sports Med. 2006;36:585-611.
5. **Singh D, Angel J, Bentley G, Trevino SG.** Fortnightly review. Plantar fasciitis. BMJ 1997;315:172-175.
6. **Roxas M.** Plantar fasciitis: Diagnosis and therapeutic considerations. Altern Med Rev 2005;10:83-93
7. **Buchbinder R.** Clinical practice. Plantar fasciitis. N Engl J Med 2004;350:2159-2166.
8. **Torrijos A, Abián-Vicén J, Abián P, Abián M.** Plantar fasciitis treatment. J Sport Health Res 2009;1:123-131.
9. **Chang R, Rodrigues PA, Van Emmerik REA, Hamill J.** Multi-segment foot kinematics and ground reaction forces during gait of individuals with plantar fasciitis. J Biomech 2014;47:2571-2577.
10. **Tenforde AS, Yin A, Hunt KJ.** Foot and ankle injuries in runners. Phys Med Rehabil Clin N Am 2016;27:121-137.
11. **Toomey EP.** Plantar heel pain. Foot Ankle Clin 2009;14:229-245.
12. **Hicks JH.** The mechanics of the foot. II. The plantar aponeurosis and the arch. J Anat 1954;88:25-30.
13. **Fuller EA.** The *windlass* mechanism of the foot. A mechanical model to explain pathology. J Am Podiatr Med Assoc 2000;90:35-46.
14. **Kirby KA.** Biomechanics of the normal

- and abnormal foot. *J Am Podiatr Med Assoc* 2000;90:30-34.
15. **Kitaoka HB, Luo ZP, An KN.** Effect of plantar fasciotomy on stability of arch of foot. *Clin Orthop Relat Res* 1997;344:307-312.
 16. **Kogler GF, Solomonidis SE, Poole JP.** Biomechanics of longitudinal arch support mechanisms in foot orthoses and their effect on plantar aponeurosis strain. *Clin Biomech* 1996;11: 243-252.
 17. **Ker RF, Bennett MB, Bibby SR, Kester RC, Alexander RM.** The spring in the arch of the human foot. *Nature* 1987; 325: 147-149.
 18. **Sharkey NA, Ferris L, Donahue SW.** Biomechanical consequences of plantar fascial release or rupture during gait: part I Disruptions in longitudinal arch conformation. *Foot Ankle Int* 1998;19:812-820.
 19. **Erdemir A, Hamel AJ, Fauth AR, Piazza SJ, Sharkey NA.** Dynamic loading of the plantar aponeurosis in walking. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:546-552.
 20. **Barry LD, Barry AN, Chen Y.** A retrospective study of standing gastrocnemius-soleus stretching versus night splinting in the treatment of plantar fasciitis. *J Foot Ankle Surg* 2002;41:221-227.
 21. **Guo JC, Wang LZ, Mo ZJ, Chen W, Fan YB.** Biomechanical analysis of suture locations of the distal plantar fascia in partial foot. *Int Orthop* 2015;39:2373-2380.
 22. **Kibler WB, Goldberg C, Chandler TJ.** Functional biomechanical deficits in running athletes with plantar fasciitis. *Am J Sports Med* 1991;19:66-71.
 23. **Lemont H, Ammirati KM, Usen N.** Plantar fasciitis: a degenerative process (fasciosis) without inflammation. *J Am Podiatr Med Assoc* 2003;93:234-237.
 24. **Crosby W, Humble RN.** Rehabilitation of plantar fasciitis. *Clin Pod Med Surg* 2001; 18:225-231.
 25. **Kamel M, Kotob H.** High frequency ultrasonographic findings in plantar fasciitis and assessment of local steroid injection. *J Rheumatol* 2000;27:2139-1341.
 26. **McMillan AM, Landorf K, Barret JT, Menz H, Bird A.** Diagnostic imaging for chronic plantar heel pain: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res* 2009;2:32:1-11.
 27. **Peña A.** Dolor neuropático periférico en rehabilitación. Revisión y puesta al día de su tratamiento. *Rehabilitación.* 2007;41:30-37.
 28. **Hintermeister RA, O'Connor DD, Lange GW, Dillman CJ, Steadman JR.** Muscle activity in wedge, parallel, and giant slalom skiing. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:548-553.
 29. **Tchórzewski D, Bujas P, Jankowicz-Szymańska A.** Body posture stability in ski boots under conditions of unstable supporting surface. *J Hum Kinet* 2013;38:33-44.
 30. **Müller, E. Schwameder, H.** Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping. Salzburg, Austria. *J Sports Sci* 2003;21:679-692.
 31. **Schaff P, Hauser W.** Measuring pressure distribution on the human tibia in ski-boots. *Sportverletz Sportsc* 1987;1:118-129.
 32. **Virmavirta MI, Komi PV.** Ski jumping boots limit effective take-off in ski jumping. *J Sports Sci* 2001;19:961-968.
 33. **Díaz-López AM, Guzmán P.** Efectividad de distintas terapias físicas en el tratamiento conservador de la fascitis plantar. *Rev Esp Salud Pública* 2014;88:157-178.
 34. **Berbrayer D, Fredericson M.** Update on Evidence-Based Treatments for Plantar Fasciopathy. *PM&R* 2014;6:159-169
 35. **Guissard N, Duchateau J.** Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev* 2006;34:154-158.

36. **DiGiovanni BF, Nawoczenski DA, Lintal ME, Moore EA, Murray JC, Wilding GE, Baumhauer JF.** Tissue-specific plantar fascia-stretching exercise enhances outcomes in patients with chronic heel pain. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85:1270-1277.