



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

Disminución de la Altura del Arco Longitudinal
Interno del Pie y Prevalencia de Puntos Gatillo
Miofasciales Latentes en la Extremidad Inferior

D. Juan Carlos Zuil Escobar

2015



**Universidad de Murcia
Facultad de Medicina
Departamento de Fisioterapia**

**DISMINUCIÓN DE LA ALTURA DEL ARCO
LONGITUDINAL INTERNO DEL PIE Y PREVALENCIA
DE PUNTOS GATILLO MIOFASIALES LATENTES EN
LA EXTREMIDAD INFERIOR**

**Tesis doctoral de
Juan Carlos Zuil Escobar**

**Dirigida por
Dra. D^a. Antonia Gómez Conesa
Dr. D. José Antonio Martín Urrialde**

Murcia, 2015

El aumento del conocimiento depende por completo de la existencia del desacuerdo.
Karl Popper.

AGRADECIMIENTOS

Al concluir esta tesis doctoral, quisiera dar las gracias a todas las personas que han contribuido a la realización de la misma.

En primer lugar, quisiera agradecer a mi directora de tesis, la Dra. Antonia Gómez Conesa por su ayuda, consejos y correcciones, que han permitido que este proyecto llegase a buen puerto. También quiero dar las gracias a mi director de tesis, el Dr. José Antonio Martín Urrialde, no solo por su ayuda y apoyo en esta investigación, sino también por su amistad a lo largo de los años.

A todos las personas que han participado en este trabajo haciéndolo posible.

A Santiago Angulo Díaz-Parreño por su ayuda con la estadística, especialmente con los cálculos de los tamaños muestrales.

A Brian Crilly y Gillian Moody por revisar las traducciones al inglés.

A mis alumnos y pacientes, que son los que me permiten seguir aprendiendo día a día e intentar mejorar lo máximo posible.

A mis compañeros del Departamento de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad CEU-San Pablo, especialmente a todos los que me han ayudado en este largo camino. Gracias por vuestro apoyo y confianza.

A toda mi familia, sobre todo a mis padres, no solo por su amor y apoyo, sino por ser un ejemplo a seguir. A aquellos que ya no están.

A Iria; estamos deseando que llegues.

A Carmen, esposa, compañera y amiga; gracias por todo tu amor, confianza y apoyo. Me has enseñado que todo es posible. La vida es mejor desde la comparto contigo.

ÍNDICE

| | |
|---|-------------------|
| 1. INTRODUCCIÓN | página 1 |
| 1.1. Métodos de evaluación del ALI | página 3 |
| 1.2. Efectos de la disminución de la altura del ALI: factor lesional y generador de compensaciones | página 9 |
| 1.3. Efectos de la disminución de la altura del ALI sobre la función muscular: posible relación con la presencia de puntos gatillo miofasciales | página 11 |
| 2. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS | página 15 |
| 2.1. Justificación | página 15 |
| 2.2. Objetivos | página 16 |
| 2.3. Hipótesis | página 17 |
| 3. METODOLOGÍA | página 19 |
| 3.1. Estudio 1 | página 21 |
| 3.2. Estudio 2 | página 49 |
| 3.3. Estudio 3 | página 81 |
| 3.4. Estudio 4 | página 115 |
| 4. DISCUSIÓN GENERAL | página 151 |
| 4.1. TCE y parámetros de la huella plantar (AC, IS e ICS): correlación y fiabilidad | página 151 |
| 4.2. PGLs en la musculatura de la extremidad inferior: prevalencia y fiabilidad | página 153 |

Índice

| | |
|---|-------------------|
| 4.3. Prevalencia de PGLs en la musculatura de la extremidad inferior en sujetos con el ALI disminuido comparado con individuos con una altura normal del ALI | página 155 |
| 4.4. Limitaciones y futuras líneas de investigación | página 156 |
| 4.5. Implicaciones para la práctica clínica | página 158 |
| 5. CONCLUSIONES | página 159 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA | página 161 |
| 7. RESUMEN Y ABSTRACT | página 181 |
| 8. ANEXOS | página 185 |

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

| | |
|------------|------------------------------|
| ALI | Arco longitudinal interno. |
| ASA | Articulación subastragalina. |
| ECD | Extensor común de los dedos |
| FCD | Flexor común de los dedos |
| FPI | <i>Foot Posture Index</i> |
| PGA | Punto gatillo activo |
| PGL | Punto gatillo latente |
| PGM | Punto gatillo miofascial |
| PLC | Peroneo lateral corto |
| PLL | Peroneo lateral largo |
| REL | Respuesta de espasmo local |
| RMA | Rango de movilidad articular |
| RF | Recto femoral |
| TA | Tibial anterior |
| TP | Tibial posterior |
| VM | Vasto medial |
| VL | Vasto lateral |

1. INTRODUCCIÓN

El pie humano es una estructura que se encuentra adaptada para la bipedestación y la locomoción¹, absorbiendo los impactos generados a partir del contacto con el suelo y transmitiendo las fuerzas que se producen como consecuencia de esta interacción². Dentro del mismo, el arco longitudinal interno (ALI) es uno de los elementos más importantes involucrados en estas funciones³. Así, el desarrollo del ALI se ha considerado como uno de los primeros pasos para la aparición de la marcha humana⁴, ya que ha permitido, entre otras cosas, la absorción de impactos^{3,5} y la transmisión de fuerzas⁵. Además de la función del ALI, también hay que tener en cuenta la que realiza la articulación subastragalina (ASA), la cual permite que el pie pueda cambiar de ser una estructura rígida a una adaptable al terreno según las distintas situaciones exigidas^{6,7}.

El ALI es una de las estructuras del pie que presenta una mayor variabilidad individual³. Así, su conformación, mantenimiento y función se ven influenciadas por distintos factores, entre los que se encuentran la forma del pie⁸, los huesos⁵, los ligamentos⁹ y la actividad muscular¹⁰. Otros elementos que condicionan el mismo son la edad, el peso y el tipo de calzado utilizado^{11,12}.

Osteológicamente, el ALI se encuentra formado por el calcáneo, el astrágalo, el escafoides, las tres cuñas y los tres primeros metatarsianos^{13,14}, siendo el escafoides el hueso clave en su mantenimiento¹⁵ (Figura 1). Respecto a las estructuras no contráctiles que participan en su estabilización destacan los ligamentos deltoideo¹⁶ y de Spring^{15,17}. Otro elemento no contráctil muy importante en el control de esta estructura es la fascia plantar^{18,19}, la cual estabiliza el ALI a través del mecanismo de *windlass*: mediante el mismo, la fascia plantar se tensa durante la fase de propulsión de la marcha, mejorando la estabilización del ALI²⁰.

Introducción

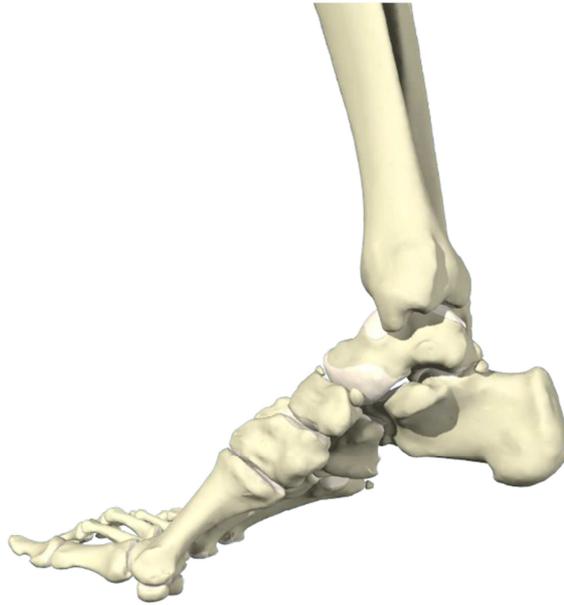


Figura 1. Vista medial del pie, en la que aparecen los elementos óseos que forman el arco longitudinal interno del pie. Tomado de <http://www.anatomy.tv/interactivefoot2014/release/default.aspx>.

Dentro de la musculatura que se encarga del soporte del ALI se encuentran diversos músculos extrínsecos¹⁰, como el tibial posterior (TP)^{21,22}, el tibial anterior (TA)²³ y el peroneo lateral largo (PLL)^{21,23}. Además, la musculatura intrínseca también participa en esta función^{2,24}, destacando el abductor del primer dedo, el flexor corto del primer dedo, el flexor corto común y la musculatura interósea^{10,21}.

Como se ha señalado anteriormente, el ALI presenta una gran variabilidad individual³. De hecho, la altura del mismo se utiliza para clasificar el pie en distintos tipos: pie con arco normal, pie con arco disminuido o pie plano y pie con arco aumentado o pie cavo³. Se considera que alrededor de un 60% de la población presenta un arco normal²⁵, mientras que la prevalencia del pie plano y del cavo se sitúa en un 20% cada uno de ellos²⁵⁻²⁸.

1.1. Métodos de evaluación del ALI.

El estudio de la altura del ALI y del tipo de pie se puede realizar por medio de diferentes técnicas como son la observación, los métodos radiológicos, los índices posturales, el estudio de la huella plantar o diversas pruebas clínicas^{3,11}. Los métodos basados en la observación son medios empleados de forma rutinaria en la práctica clínica, los cuales incluyen la inspección anterior, posterior y lateral del pie¹¹. A pesar de ser empleados por diversos autores^{29,30} no son válidos ni fiables, ya que dependen de la observación subjetiva realizada por el explorador, sin tener en cuenta ninguna referencia³¹.

Los métodos radiológicos presentan una alta fiabilidad¹¹, considerándose útiles para el estudio del ALI³². Entre los mismos se encuentran diversos ángulos que se obtienen a partir del estudio radiológico del pie: el ángulo calcáneo-primer metatarsiano⁴, el ángulo de inclinación del calcáneo³³ o los ángulos de Moreau-Costa y Bartani interno y externo³². Entre sus limitaciones principales destacan el hecho de ser un procedimiento caro y que somete a los sujetos a radiaciones ionizantes, no pudiéndose justificar su utilización en sujetos sin patologías^{11,34}.

Otra forma de valorar el pie y el ALI es por medio de índices posturales. Entre los mismos aparecen el índice del valgo maleolar³⁵ y el *Foot Posture Index* (FPI)³⁶. El primero muestra la posición del maléolo interno en el plano frontal respecto al área de apoyo del calcáneo³⁵. A pesar de presentar una alta fiabilidad, es una técnica que requiere un tiempo importante en su realización³⁵ y no permite evaluar la función del pie en dinámico³⁷. El FPI es un método válido utilizado para evaluar la postura del pie³⁶. Aunque el FPI original incluye ocho ítems³⁶, actualmente se emplea una versión reducida de seis. En el mismo se incluyen los siguientes puntos: la palpación de la cabeza del astrágalo, la curva supra e inframaleolar, la posición del calcáneo en el

Introducción

plano frontal, la prominencia de la región talo-navicular, la congruencia del ALI y la abducción/aducción del antepié respecto al retropié³⁸. Cada uno de estos ítems presenta un valor que se sitúa entre -2 y +2; valores elevados se asocian a pie pronado y plano, mientras que los valores inferiores lo hacen con un pie supinado y cavo^{36,39}. El FPI-6 presenta una fiabilidad intraobservador excelente^{39,40-42}, mientras que la fiabilidad interobservador se sitúa entre moderada^{38,41,43} y excelente^{39,40,42}.

El estudio de las pedigrafías, las cuales pueden ser obtenidas en tinta, mediante fotopodogramas o sistemas instrumentales, permite el estudio de la huella plantar y el análisis del ALI^{3,44} (Figura 2). Se trata de métodos sencillos y fiables, utilizados tanto en la práctica clínica como en investigación^{3,11,26,45}.

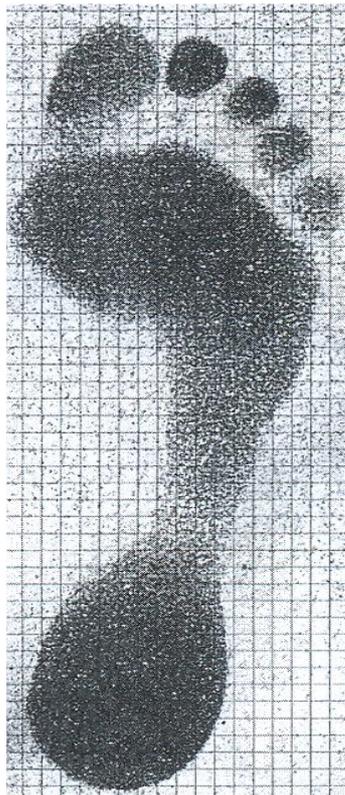


Figura 2. Pedigrafía. Tomado de Menz HB, Fotoohabadi MR, Wee E, Spink MJ. Visual categorisation of the arch index: a simplified measure of foot posture in older people. *J Foot Ankle Res.* 2012;5:10.

Introducción

Entre los ángulos e índices estudiados se encuentran el ángulo de Clarke (AC), el índice de Chippaux-Smirnak (ICS), el índice de Staheli (IS) o el índice del arco (IA)^{3,11,44}. El AC se encuentra formado por la línea que une los aspectos más mediales del antepié y retropié, y la línea que une la zona más medial del antepié con el vértice de la concavidad del arco de la huella interna^{44,46} (figura 3). Su valor normal se sitúa entre 31° y 45°⁴⁴; cuanto más pequeño sea dicho valor, mayor será el aplanamiento de la bóveda plantar³², considerándose valores inferiores a 31° como definitorios de pie plano^{13,26,44}. Presenta una correlación significativa con las medidas radiográficas⁴⁷, además de una fiabilidad entre moderada y excelente^{46,48-50}, siendo el ángulo que mejor muestra los cambios en la altura del ALI⁴⁷.

El ICS relaciona el ancho mínimo del mediopié con el ancho máximo del antepié^{32,46}, mientras que el IS relaciona la anchura mínima del mediopié con el ancho máximo del retropié⁴⁷ (figura 3). El primero presenta unos valores normales entre 0,24 y 0,45, mientras que en el caso del segundo son de 0,60 a 0,69^{13,44}. Se considera que un pie plano presenta unos valores del IS superiores a 0,45, mientras que los del ICS son superiores a 0,83²⁶. Estos dos índices presentan una fuerte dependencia³², además de un nivel de fiabilidad, tanto intraobservador como interobservador, muy bueno^{46,48}. Tienen la ventaja de presentar una buena correlación con las medidas radiológicas³⁷, como con el ángulo calcáneo primer metatarsiano y los ángulos de Moreau-Costa y Bartani³².

El IA, que representa el ratio entre la superficie del ancho mínimo del mediopié con el ancho máximo del retropié⁴⁵, es un método muy utilizado para estudiar el ALI^{46,51-53}, presentando una alta fiabilidad⁴⁶ y una correlación significativa con las medidas radiológicas^{37,54}. Sin embargo, su principal problema es que los tejidos blandos pueden enmascarar el aspecto real de la huella plantar, afectando a su interpretación, sobre todo en el caso de pies planos⁵⁵⁻⁵⁷.

Introducción

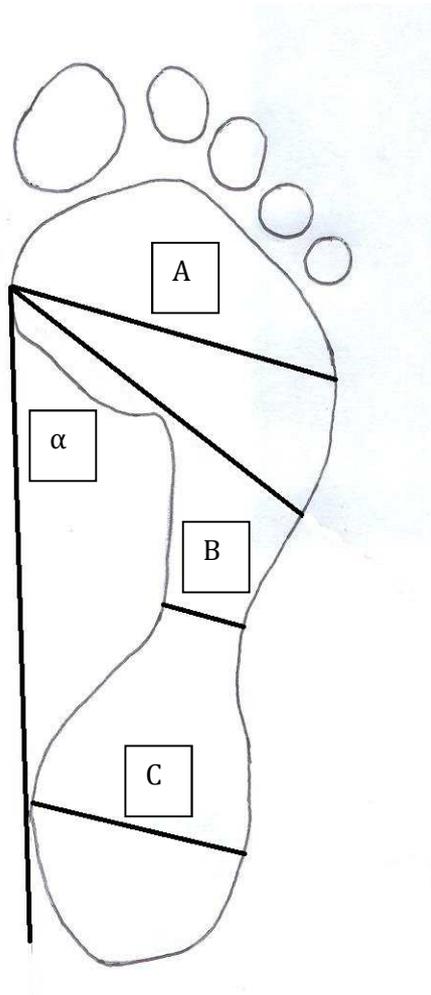


Figura 3. Parámetros obtenidos del análisis de la huella plantar. Ángulo de Clarke= α ; Índice de Staheli=B/C; Índice de Chippaux-Smirnak=A/B. Adaptado de Queen RB, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA 2nd. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. Foot Ankle Int. 2007;28:456-62.

Algunas de las limitaciones que presentan estos métodos, como son la falta de exactitud en las medidas tomadas y los problemas en su interpretación, se han solucionado por medio del empleo de sistemas electrónicos como son las plataformas de presión³ (figura 4). Sin embargo, se trata de sistemas caros, lo que limita su aplicación en la práctica clínica.

Introducción

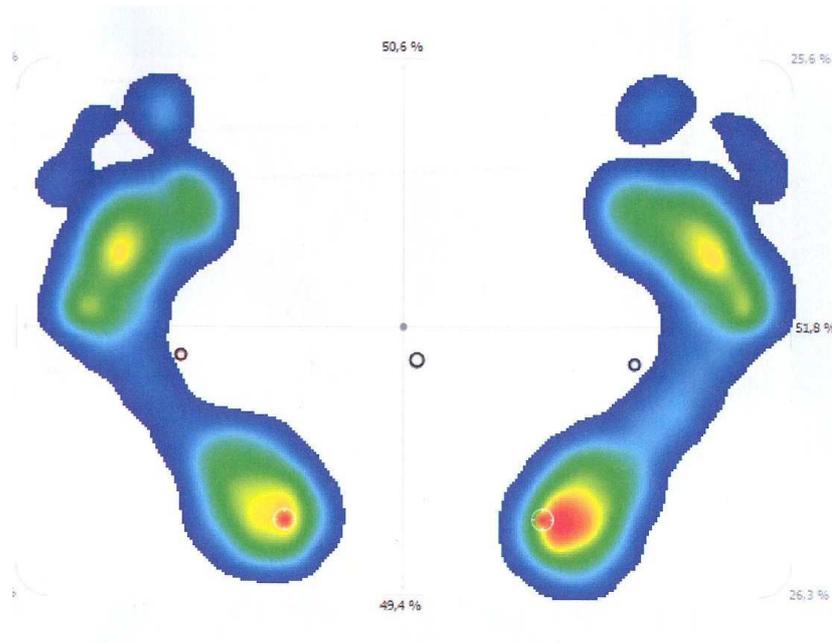


Figura 4. Pedigrafía obtenida mediante la plataforma de presión Footchecker.

Por último, existen diversas pruebas clínicas que evalúan el ALI a través de la medición directa de distintos puntos de referencias o prominencias óseas^{3,11}. Algunas de las mismas se basan en el estudio de la posición de la ASA, como el ángulo del retropié^{58,59}, el cual se obtiene de la unión entre la bisectriz del calcáneo con la bisectriz del tercio inferior de la pierna⁶⁰ o con el suelo⁵⁹.

Otras pruebas toman como referencia la posición del escafoides, la cuál es la estructura clave del ALI¹⁵; entre ellas se encuentran el estudio directo de la altura del escafoides¹¹, la línea de Feiss⁶¹ y el test de caída del escafoides (TCE)¹⁷. Esta última forma de medición es una de las más empleadas en la evaluación del ALI^{11,17,35,62,63}. El mismo fue descrito por Brody¹⁷ en 1982, y muestra la diferencia, en milímetros, entre la altura del tuberosidad del escafoides en dos posiciones: con la ASA neutralizada y en descarga, y con la ASA en relajación y en carga. Se considera que en el caso de un ALI de altura normal el valor del TCE se sitúa entre 5 y 9 milímetros, mientras que valores superiores a 9 milímetros se asocian a un ALI disminuido y los inferiores a 5 milímetros se relacionan con un ALI aumentado^{35,64-66}. Entre sus principales ventajas

Introducción

destacan que es una prueba rápida, fácil de realizar y no produce ningún efecto adverso (figura 5).

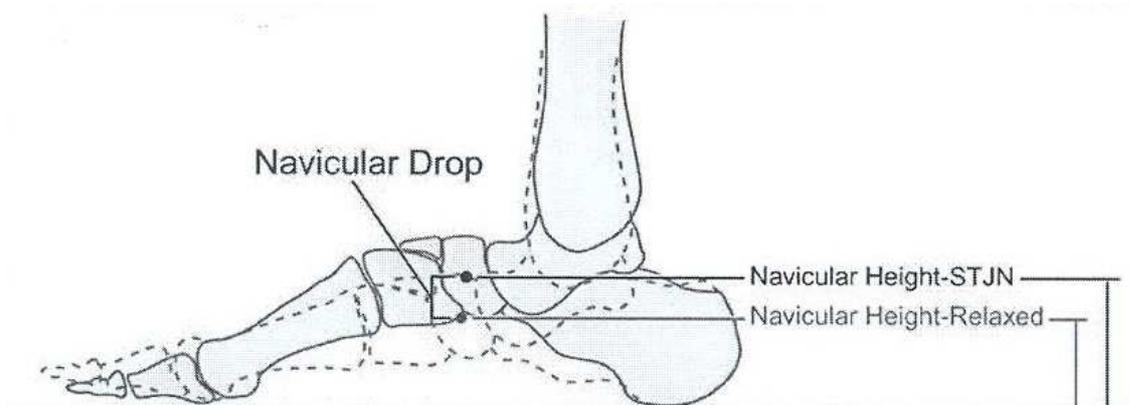


Figura 5. Test de caída del escafoides. Tomada de Shrader JA, Popovich JM Jr, Gracey GC, Danoff JV. Navicular drop measurement in people with rheumatoid arthritis: interrater and intrarater reliability. *Phys Ther.*2005;85:656-64.

El TCE presenta una alta fiabilidad intraobservador, tanto en sujetos sanos^{40,63,67}, como en sujetos lesionados^{51,67-69}. Respecto a la fiabilidad interobservador, la misma también es alta^{51,63,70}. El TCE muestra una correlación significativa con las medidas radiológicas^{37,71}, así como con el comportamiento dinámico del escafoides durante la marcha^{72,73}, algo que no ocurre con otras medidas. Además no se ve influenciado por la composición grasa del cuerpo⁷⁴, tal y como ocurre con las pedigráficas^{55,56}.

A pesar de que el TCE es una prueba ampliamente utilizada en la clínica y en la investigación, el estudio de su correlación con las medidas obtenidas del análisis de la huella plantar es muy limitado. Así, existe una correlación significativa entre el TCE y el IA en sujetos sanos^{35,64}. Sin embargo, no se ha estudiado la correlación entre el TCE y otros índices, como son el AC, el IS y el ICS, ni en sujetos con el pie plano ni en muestras que incluyan todo el espectro de altura del ALI.

1.2. Efectos de la disminución de la altura del ALI: factor lesional y generador de compensaciones.

La postura ideal es aquella que permite un estado articular y muscular de equilibrio, lo que protege a las estructuras corporales contra lesiones y deformidades⁷⁵. Modificaciones en la misma van a producir un aumento del gasto energético, compresión y estrés mecánico, facilitándose la aparición de lesiones^{75,76} y compensaciones en otras estructuras⁷⁷.

Los modelos dinámicos de etiología lesional señalan que en el desarrollo de una lesión influyen diversos factores y situaciones de riesgo⁷⁸. Así, son varios los autores que han señalado que las alteraciones en la alineación y la postura normal pueden relacionarse con distintas patologías, como ocurre a nivel lumbar^{79,80}, cervical⁸¹, en la cabeza⁸² y en la cintura escapular⁸³. Del mismo modo, cambios en la posición de las extremidades inferiores se asocian a la aparición de algunas lesiones⁷⁷. Así, varios autores consideran que la altura del ALI es un factor de riesgo de patologías que asientan en la extremidad inferior^{36,46,69,84}. Un aumento de la altura del ALI puede producir un mayor número de lesiones en la cara lateral del pie y fracturas de estrés, mientras que una disminución del mismo podría generar lesiones en la cara medial⁸⁵.

Especialmente importante va a ser la presencia de un pie plano. El mismo se caracteriza por la presencia de un ALI de menor altura y una ASA en pronación (con eversión en el calcáneo y flexión plantar y rotación medial en el astrágalo⁸⁶, así como una abducción en la articulación talonavicular⁸⁷). El descenso en la altura del ALI va a producir diversas alteraciones en el pie, como una mayor sobrecarga mecánica del mismo⁸⁸ y cambios en su movilidad⁸⁹, afectando sobre todo a la excursión del

Introducción

retropié^{85,90}. Además, un pie plano favorece la aparición de lesiones en el mismo, como son dolor⁹¹ y la presencia de esguinces de tobillo⁹.

Pero la disminución de la altura del ALI no solo va a tener consecuencias en el pie, sino que también se relaciona con otras patologías que se asientan sobre estructuras superiores. Se ha demostrado que un ALI disminuido y una ASA pronada son factores de riesgo en el desarrollo del síndrome de estrés tibial⁹²⁻⁹⁵. Este tipo de pie también es un factor de riesgo en el caso de lesiones sin contacto del ligamento cruzado anterior de la rodilla⁹⁶⁻⁹⁸, presencia de síndrome femoropatelar^{51,99-102} y dolor^{103,104} y artrosis de rodilla^{42,104,105}. También se ha relacionado este tipo de pie con la aparición de dolor lumbar^{91,103,106,107} e incluso puede asociarse a patología del nervio ciático¹⁰⁷.

Se observa, por lo tanto, que la presencia de un pie plano es un factor a tener en cuenta en diversas lesiones. Además, los cambios en la altura del ALI también afectan a la posición de otras estructuras. Un descenso del ALI y una pronación de la ASA están relacionados con diversas alteraciones en la alineación de la extremidad inferior, especialmente durante la carga. Diversos autores señalan que la presencia de un pie plano y pronado se asocia a una rotación interna tibial^{6,99,108}, produciendo una disminución de la torsión externa de la misma⁶².

Muy importante son las relaciones que se establecen entre el pie plano y la rodilla, afectándose la cinemática entre las articulaciones del tobillo y de la rodilla¹⁰⁹. De este modo, una disminución de la altura del ALI produce un aumento de la laxitud anterior de la rodilla^{110,111}, un mayor genu recurvatum⁶², un aumento de la carga en el compartimento medial¹¹² y de la presión lateral en la articulación femoropatelar^{51,99-101}, así como una situación de estrés en el ligamento cruzado anterior de la rodilla⁶³, lo que

Introducción

favorece la aparición de lesiones en el mismo¹¹³. Además, la presencia de un ALI de menor altura y una ASA en pronación se asocian a una rotación interna femoral^{6,108,114} y a un aumento de la anteversión pélvica^{6,114,115}. Por último, también se ha señalado que este tipo de pie produce un aumento de la lordosis lumbar^{99,107} e incluso rotación a nivel del tronco¹¹⁴.

Además de las alteraciones estructurales, el descenso en la altura del ALI tiene consecuencias funcionales, como son la disminución en la capacidad de absorción de fuerzas durante la estática y la marcha¹¹⁶, aumentando las cargas recibidas por la zona medial del pie, especialmente en el primer dedo¹¹⁷ y en el primer metatarsiano⁹⁰. También produce alteraciones en el control postural en apoyo monopodal^{58,118}, afectando a la cinemática de la marcha^{42,88,119}.

1.3. Efectos de la disminución de la altura del ALI sobre la función muscular: posible relación con la presencia de puntos gatillo miofasciales.

La presencia de un descenso de la altura del ALI y pronación de la ASA va a tener también consecuencias a nivel muscular¹²⁰. Así, este tipo de pie se asocia a una disminución de la fuerza de los músculos flexores plantares¹²¹, a un aumento en la actividad electromiográfica de la musculatura inversora de tobillo y a una disminución de la actividad de la eversora¹²². Del mismo modo, se ha demostrado que el músculo TA presenta una mayor actividad durante las fases de contacto y de apoyo en sujetos con el ALI descendido que en aquellos individuos que tienen un ALI de altura normal^{88,123}, lo cual puede estar relacionado con el aumento de la demanda en este músculo durante la fase de contacto¹²³. La actividad muscular del PLL y peroneo lateral corto (PLC), sin embargo, es menor en sujetos con el pie plano que en sujetos con un ALI de altura normal durante la fase de contacto^{88,123}. Respecto a la actividad

Introducción

del TP, se ha observado que también es mayor en este tipo de sujetos¹²⁴, especialmente durante las fases de apoyo medio y propulsión¹²³. También se ha estudiado qué ocurre con la sección transversal de diversos músculos en sujetos con el pie plano, observándose que la misma aumenta en el caso del TA y del FCD¹²⁵, mientras que disminuye en el caso del tendón de Aquiles¹²⁶ y de los PLL y PLC¹²⁵.

Los efectos a nivel muscular del descenso en la altura del ALI no solo se centran en la musculatura del pie y de la pierna, sino que también lo hacen sobre músculos del muslo, como son el vasto medial (VM), el vasto lateral (VL), el recto femoral (RF) y los isquiosurales¹²⁷. Así, una disminución de la altura del ALI produce una mayor actividad electromiográfica en el VM, sobre todo cuando aumenta la velocidad de la marcha¹²⁸. Además, una disminución de 8 milímetros en la altura del ALI afecta a la respuesta neuromuscular de cuádriceps, isquiosurales y tríceps sural durante perturbaciones en carga⁶³. Se ha sugerido que un pie plano necesita un mayor soporte muscular durante la marcha⁸⁸, lo que podría justificar estas alteraciones musculares.

Dentro de los cambios producidos por las modificaciones en la altura del ALI deben considerarse la presencia de puntos gatillo miofasciales (PGMs). Un PGM se define como *un foco hiperirritable dentro de una banda tensa, el cual es doloroso a la palpación y/o estiramiento, presentando un patrón de dolor referido específico para cada músculo, y que puede ser responsable de fenómenos autónomos*¹²⁹. Los PGMs se clasifican en activos (PGAs) o latentes (PGLs)¹²⁹. Un PGA produce dolor espontáneo, tanto localizado como referido, disfunción motora, fenómenos autónomos y respuesta de espasmo local (REL) cuando es estimulado¹³⁰. Aunque un PGL no causa dolor espontáneo, dicho dolor y otros síntomas pueden aparecer cuando el mismo al ser correctamente manipulado¹³¹, aunque con menor intensidad¹³⁰.

Introducción

Los PGAs presentan una alta prevalencia en sujetos con dolor y patología^{129,132-135}. Respecto a los PGLs, estos se encuentran presentes en sujetos con dolor de hombro¹³³, epicondialgia¹³⁴, lumbalgia inespecífica¹³⁶, dolor de cabeza¹³⁷, síndrome femoropatelar¹³⁸ o dolor de rodilla¹³⁹. Sin embargo estos PGLs no solo están presentes en caso de patología, apareciendo también en sujetos sanos. Así, su prevalencia en la musculatura del hombro se sitúa entre el 49,5% y el 90%^{132,140}. En la región lumbar puede llegar hasta 45%¹⁴¹ y en la musculatura del cuello hasta el 57%¹⁴². Respecto a la prevalencia de PGLs en la extremidad inferior, diversos autores han estudiado su presencia en sujetos con patología, como artrosis¹⁴⁴, sujetos postmeniscectomizados¹³⁹ y síndrome femoropatelar¹³⁸, comparándose en algunos casos con controles sin lesión^{139,144}. Solo hay un estudio previo que ha evaluado específicamente la prevalencia de los PGLs localizados en los gastrocnemios y el sóleo, situándose la misma entre el 13% y el 30%¹⁴³. Sin embargo, no se ha estudiado de forma específica la prevalencia de PGLs en otros músculos de la extremidad inferior, como pueden ser el extensor común de los dedos (ECD) o el flexor común de los dedos (FCD).

Se sabe que los PGAs presentan sustancias proinflamatorias e irritantes¹⁴⁵, así como ruido de placa motora¹⁴⁶; también los PGLs presentan alteraciones bioquímicas^{147,148}, cambios en la ecografía¹⁴⁹ y actividad eléctrica durante la contracción de la musculatura agonista y antagonista^{150,151}. Además, los PGLs producen una disminución de la fuerza muscular¹⁵⁰, afectan a la inhibición recíproca¹⁵¹, favorecen la aparición de calambres musculares¹⁴⁸, reducen el rango de movilidad articular (RMA)¹⁵² y modifican los patrones de actividad muscular, disminuyendo la eficacia del movimiento¹⁵³. Los PGLs, por lo tanto, producen alteraciones sensoriales y motoras, pudiendo evolucionar hacia PGAs si no se controlan las causas que los producen^{129,131}.

Introducción

Dentro de las causas de la aparición de los PGMs, se encuentran diversos factores como los traumatismos, las sobrecargas o las disfunciones articulares^{129,154}, así como los cambios en la postura ideal y en alineación normal^{129,155}. De este modo, un ALI de menor altura se ha considerado como un factor causal de PGMs en diversos músculos, entre los que se encuentran el VM, el PLL, el PLC, el TP y el FCD¹⁵⁶. Sin embargo, no hay estudios que hayan evaluado la relación existente entre la presencia de un descenso en la altura del ALI y la prevalencia de PGLs.

2. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Justificación.

El ALI es una de las estructuras del pie más relevantes en la absorción de impactos y transmisión de fuerzas generadas durante la bipedestación y la marcha^{2,3,5} presentando, además, una gran variabilidad individual³. Son diversos los métodos empleados para valorar su altura, entre los que se encuentran la observación, los parámetros radiológicos, las medidas obtenidas mediante pedigrafías, los índices posturales y las pruebas clínicas^{3,11}. Dentro de estas últimas destaca el TCE, que es un método sencillo, rápido de realizar y que no produce efectos adversos, presentando una buena fiabilidad^{40,51,66-70}, así como una correlación significativa con las medidas radiológicas^{37,71}. Sin embargo, no se ha estudiado la correlación entre el mismo y parámetros obtenidos mediante pedigrafía, como son el AC, el ICS o el IS.

Los cambios en la altura del ALI producen alteraciones funcionales sobre otras estructuras, siendo también un factor de riesgo en la aparición de lesiones^{36,46,69,84}. Especialmente importante es la presencia de un descenso en su altura; así, un pie plano es un factor de riesgo en distintas patologías, entre las que se encuentran el síndrome de estrés tibial⁹²⁻⁹⁵, las lesiones sin contacto del ligamento cruzado anterior de la rodilla⁹⁶⁻⁹⁸, el síndrome femoropatelar^{51,99-102}, la presencia de dolor^{103,104} y artrosis de rodilla^{42,104,105}, y las lumbalgias^{91,103,106,107}. Este tipo de pie también va a generar una serie de compensaciones en la ASA⁸⁶, la tibia^{6,62,99,108}, la rodilla^{62,110-112}, la articulación femoropatelar^{51,99,101,108}, el fémur^{6,114}, la pelvis^{6,114,115}, la columna lumbar^{99,107} y el tronco¹¹⁴, afectando también a la actividad muscular, tanto de la musculatura del pie y de la pierna^{88,121-124} como del muslo^{63,127}. Dentro de estas alteraciones musculares, también se ha especulado con el hecho de que una disminución en la altura del ALI pueda ser un factor de activación y perpetuación de PGMs, tanto PGAs como PGLs.

Los PGLs son entidades relevantes que presentan alteraciones bioquímicas^{146,148} y cambios ecográficos¹⁴⁹. Además afectan a la función muscular^{148,150,151,153}, al RMA¹⁵², pudiendo ser generadores de trastornos motores y sensoriales^{129,131}. Sin embargo, hasta la fecha son pocos los estudios que han evaluado la presencia de PGLs en la musculatura de la extremidad inferior, existiendo un único estudio que ha estudiado de forma específica su prevalencia, aunque se ha limitado a los gastrocnemios y el sóleo¹⁴³. Tampoco se ha encontrado ningún estudio en el que se haya comprobado la relación entre la presencia de un ALI disminuido y la prevalencia de PGLs en musculatura de la extremidad inferior.

2.2. Objetivos

Se han establecido como objetivos principales:

- Conocer, tanto en sujetos con y sin disminución en la altura del ALI, la correlación entre el TCE y diversos parámetros de huella plantar como son el AC, el IS y el ICS.
- Estimar la prevalencia de los PGLs en sujetos sanos en los siguientes músculos de la extremidad inferior: gastrocnemios, sóleo, PLL, PLC, ECD, TA, FCD, RF, VM y VL.
- Conocer la prevalencia de los PGLs en los músculos de la extremidad inferior gastrocnemios, sóleo, PLL, PLC, ECD, TA, FCD, RF, VM y VL en sujetos con un descenso en la altura del ALI comparados con individuos con una altura normal del ALI.

Los objetivos secundarios han sido:

- Estudiar la fiabilidad de las pruebas para la valoración de la altura del ALI, tanto en sujetos con o sin el ALI descendido.

Justificación, objetivos e hipótesis

- Estimar la correlación entre el TCE y el FPI-6 en sujetos con un descenso en la altura del ALI.
- Determinar la fiabilidad y la prevalencia de los criterios diagnósticos de los PGLs.

2.3. Hipótesis

Según los objetivos principales se han planteado las siguientes hipótesis:

- El TCE presenta una correlación significativa con el AC, el IS y el ICS, tanto en sujetos con o sin una disminución en la altura del ALI.
- Los PGLs son frecuentes en la musculatura de la extremidad inferior en sujetos sanos.
- Los individuos con un ALI bajo presentan más PGLs que los sujetos con una altura del ALI normal.

En función de los objetivos secundarios se han planteado las siguientes hipótesis:

- El TCE, el AC, el IS y el ICS son pruebas fiables, tanto en sujetos con o sin una disminución en la altura del ALI.
- El TCE presenta una correlación significativa con el FPI-6 en sujetos con el ALI disminuido.
- Los criterios diagnósticos empleados en la exploración de PGLs son fiables y prevalentes.

3. METODOLOGÍA

Para la consecución del objetivo principal *Conocer, tanto en sujetos con y sin disminución en la altura del ALI, la correlación entre el TCE y diversos parámetros de huella plantar como son el AC, el IS y el ICS* se han realizado dos estudios. El Estudio 1 titulado *Arco longitudinal interno del pie: relación entre el test de caída del escafoides y parámetros obtenidos mediante pedigráficas*, se llevó a cabo en una muestra de sujetos con distinta tipología de pie. El Estudio 2, *Arco longitudinal interno del pie: relación entre distintos métodos de evaluación en sujetos con el pie plano*, se centró en sujetos que presentaban un descenso en la altura del ALI. Ambos estudios, además, permitieron cumplir el primero de los objetivos secundarios, *Estudiar la fiabilidad de las pruebas para la valoración de la altura del ALI, tanto en sujetos con o sin el ALI descendido*. El Estudio 2 sirvió también para cumplir otro de los objetivos secundarios, *Estimar la correlación entre el TCE y el FPI-6 en sujetos con un descenso en la altura del ALI*.

El Estudio 3, que lleva por título *Prevalencia de puntos gatillo miofasciales latentes en la musculatura de la extremidad inferior*, ha permitido cumplir el segundo de los objetivos principales *Estimar la prevalencia de los PGLs en sujetos sanos en los siguientes músculos de la extremidad inferior: gastrocnemios, sóleo, PLL, PLC, ECD, TA, FCD, RF, VM y VL*. También ha permitido cumplir parcialmente el tercero de los objetivos secundarios *Determinar la fiabilidad y prevalencia de los criterios diagnósticos de los PGLs*.

Por último, el Estudio 4, titulado *Prevalencia de puntos gatillo miofasciales y criterios diagnósticos en diferentes músculos de la extremidad inferior en sujetos con el arco longitudinal interno descendido* ha servido para alcanzar el tercero de los objetivos

Metodología

principales *Conocer la prevalencia de los PGLs en los músculos de la extremidad inferior gastrocnemios, sóleo, PLL, PLC, ECD, TA, FCD, RF, VM y VL en sujetos con un descenso en la altura del ALI comparados con individuos con una altura del ALI normal, y terminar de cumplir el tercero de los objetivos secundarios Determinar la fiabilidad y prevalencia de los criterios diagnósticos de los PGLs.*

ESTUDIO 1: ARCO LONGITUDINAL INTERNO DEL PIE: RELACIÓN ENTRE EL TEST DE CAÍDA DEL ESCAFOIDES Y PARÁMETROS OBTENIDOS MEDIANTE PEDIGRAFÍAS

RESUMEN

Introducción

La altura del arco longitudinal interno del pie afecta a diversas funciones de la extremidad inferior y es un factor de riesgo de varias patologías. El estudio de dicha altura se realiza a través de diversos métodos. Los objetivos del presente estudio han sido valorar la correlación entre el test de caída del escafoides y el ángulo de Clarke, el índice de Staheli y el índice de Chippaux-Smirnak. También se ha estudiado la fiabilidad intraobservador e interobservador de estas pruebas.

Material y métodos

Se ha realizado un estudio de correlación en 86 sujetos (51 mujeres y 35 hombres; edad media=22,791±4,797 años). El test de caída del escafoides, el ángulo de Clarke, el índice de Staheli y el índice de Chippaux-Smirnak se evaluaron en el pie dominante. La correlación se evaluó por medio del coeficiente de correlación de Pearson. También se estudió la fiabilidad intraobservador e interobservador utilizando el coeficiente de correlación intraclase.

Resultados

El test de caída del escafoides presentó correlaciones significativas con todas las medidas obtenidas en pedigrafías ($p < 0,01$). La correlación fue fuerte en todos los

Metodología

casos, situándose los valores absolutos de r entre 0,615 y 0,649. En cuanto a la fiabilidad, tanto intraobservador como interobservador, la misma fue muy buena en todas las pruebas evaluadas.

Conclusiones

El test de caída del escafoides y los parámetros de la huella plantar estudiados presentaron un nivel de correlación fuerte. La fiabilidad de estas pruebas fue buena o muy buena. El test de caída del escafoides es un test sencillo, económico, rápido de realizar y fiable para evaluar la altura del arco longitudinal interno del pie, que presenta una correlación fuerte con los parámetros obtenidos mediante pedigrafías estudiados.

PALABRAS CLAVE

Arco longitudinal interno; Pedigrafía; Test de caída del escafoides.

STUDY 1: MEDIAL LONGITUDINAL ARCH OF THE FOOT: RELATIONSHIP BETWEEN NAVICULAR DROP TEST AND FOOTPRINT PARAMETERS.

ABSTRACT

Background

The height of the medial longitudinal arch affects several functions of the lower limb, being related to several lower limb pathologies. Several methods are used to evaluate the height of the medial longitudinal arch. The aims of this study were to evaluate the correlation between the navicular drop test and the arch angle, the Staheli index and the Chippaux-Smirnak index. In addition, intrarrater and interrater reliability were also calculated.

Methods

A correlation study in 86 healthy subjects (51 women and 35 men; mean age=22.791±4.797 years) was carried out. The Navicular Drop Test, Arch Angle, Staheli index and the Chippaux-Smirnak index were evaluated in the dominant foot. The Pearson correlation coefficients were calculated. The intra-rater and inter-rater reliability was also calculated.

Results

Statistical correlations ($p < 0,01$) existed between the navicular drop test and the footprints parameters. The correlations were strong, with the Pearson coefficient absolute values ranging from 0.615 to 0.649. The reliability, both intrarrater and interrater were very high in all the parameters evaluated.

Conclusions

The correlations obtained between navicular drop test and footprint parameters were strong. The parameters evaluated showed an excellent reliability, being reproducible. The navicular drop test is an easy and reproducible test for evaluating medial longitudinal arch height, being strong-correlated to footprints parameters.

KEY WORDS

Medial longitudinal arch; Footprint; Navicular drop test.

INTRODUCCIÓN

Según la altura del arco longitudinal interno (ALI) el pie puede clasificarse en normal, cavo y plano¹. El ALI se encarga, entre otras cosas, de la absorción y transmisión de las fuerzas generadas a partir de la interacción entre el pie y el suelo durante la bipedestación y la marcha². Cambios su altura pueden modificar la absorción de dichas fuerzas³, la función muscular⁴, la distribución de las presiones plantares⁵ o la estabilidad⁶, afectando también a la musculatura, tanto a su fuerza⁷ como a su actividad electromiográfica^{8,9}. Además, estas variaciones en su altura van a tener consecuencias en la alineación de la extremidad inferior, asociándose a cambios en la rotación¹⁰ y torsión de la tibia¹¹ y a un aumento de la laxitud de la rodilla¹². Estas modificaciones también pueden afectar a la pelvis¹³ y a la columna lumbar¹⁴.

Tanto el aumento como la disminución en la altura del ALI son factores de riesgo de lesión en la extremidad inferior¹⁵. Así, un aumento de la altura del ALI se puede asociar a un mayor riesgo de lesiones en la cara lateral de la extremidad inferior¹⁶, mientras que un descenso del mismo es un factor de riesgo del síndrome de estrés tibial¹⁷, del síndrome femoropatelar¹⁸ o de las lesiones del ligamento cruzado anterior¹⁹. Por todo ello, la evaluación de la altura del ALI se hace necesaria en la práctica clínica, a fin de poder tomar decisiones terapéuticas adecuadas.

Existen diversos medios para evaluar la altura del ALI, incluyéndose la evaluación visual del pie, el análisis de pedigráficas, el uso de radiografías, los índices posturales y las pruebas clínicas¹. Las pruebas clínicas son métodos sencillos que no presentan efectos adversos. Estas técnicas incluyen el estudio de la posición del escafoides, el cual es la estructura clave en el soporte del ALI²⁰. El test de caída del escafoides (TCE), descrito por Brody²¹ en 1982, es una de las pruebas clínicas más empleadas

para el estudio de la altura del ALI²²⁻²⁴. El mismo muestra la diferencia en milímetros entre la tuberosidad del escafoides encontrándose la articulación subastragalina (ASA) en posición neutra y en posición relajada²¹. El TCE es un método sencillo, rápido en su ejecución y económico, que además ha presentado un nivel alto de fiabilidad, tanto intraobservador^{18,24,25} como interobservador^{18,26}.

El TCE presenta una correlación moderada cuando se compara con radiografías²⁷. Respecto a la correlación entre el TCE y parámetros obtenidos del análisis de pedigráficas, solo se ha estudiado su relación con el índice del arco (IA), siendo la misma significativa^{23,28}. Es por ello que el objetivo del presente estudio ha sido evaluar la correlación entre el TCE y otros parámetros de la huella plantar, como son el ángulo de Clarke (AC), el índice de Staheli (IS) y el índice de Chippaux-Smirnak (ICS). Secundariamente se ha evaluado la fiabilidad de estas medidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Para cumplir el objetivo principal, se ha llevado a cabo un estudio de correlación, en el que se han incluido sujetos voluntarios sanos. Dichos participantes cumplieron un consentimiento informado antes de ser incluidos en el trabajo (anexo 1). El estudio siguió los principios de la Declaración de Helsinki de 1975, siendo aprobado por el Comité de Ética de la Universidad CEU-San Pablo. Los individuos incluidos no presentaban deformidades ni lesiones agudas en la extremidad inferior y tampoco habrían sufrido intervenciones quirúrgicas previas en dicha extremidad. Se excluyeron a aquellos sujetos que presentaban un índice de masa corporal (IMC) superior a 30. No se estableció ninguna limitación sobre el tipo de pie de los individuos, incluyéndose tanto sujetos con un ALI normal, como con ALI aumentado o disminuido.

Procedimiento

Después de que los sujetos cumplimentaran los formularios necesarios para su inclusión, se recogieron las variables sociodemográficas, que incluyeron edad, sexo, altura, peso e IMC (anexo 2).

El TCE se realizó empleando una modificación del procedimiento de Brody²¹ (Figura 1): encontrándose el sujeto en bipedestación y descalzo, el examinador localizó y marcó la tuberosidad del escafoides con un lápiz dermográfico. Después se procedió a la localización de las caras medial y lateral de la cabeza del astrágalo por medio de los dedos índice y pulgar, los cuales se situaron sobre la porción anteromedial de la cúpula talar y sobre el seno del tarso. El pie se llevó lentamente a inversión y eversión, hasta que las depresiones sentidas bajo los dedos fueron similares, encontrándose la ASA en posición neutra. En este momento se midió con una regla la distancia de la tuberosidad del escafoides al suelo. La misma medición se volvió a realizar con la ASA en posición relajada. Como se ha señalado anteriormente, el TCE fue la diferencia entre ambas medidas²¹. Se repitió el procedimiento tres veces, recogiendo el valor medio. La exploración fue realizada por un fisioterapeuta con seis años de experiencia en la utilización del TCE.

Metodología

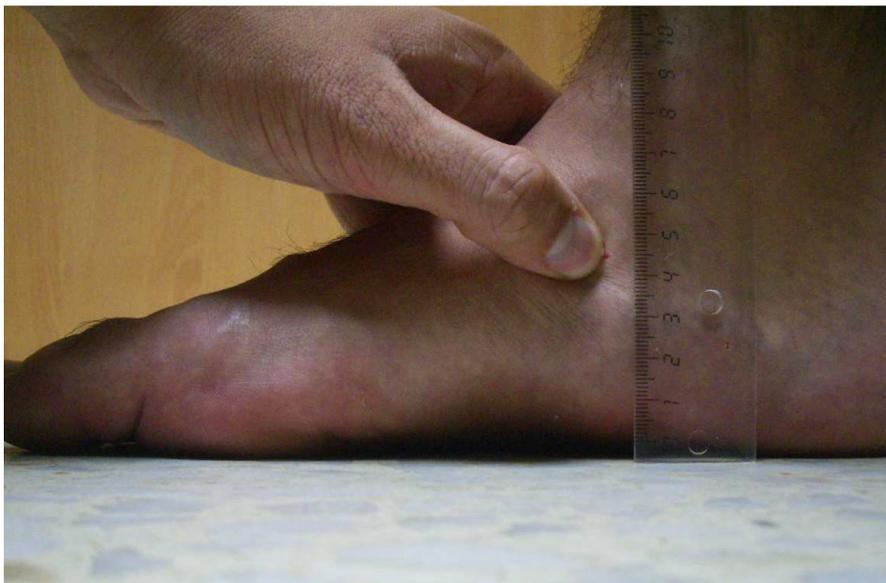


Figura 1. El test de caída del escafoides muestra la diferencia (en milímetros) entre la altura del tuberosidad del escafoides en posición neutra y posición relajada de la articulación subastragalina.

En cuanto a las pedigrafías, fueron tres los valores recogidos: el AC, el IS y el ICS (Figura 2). El AC es el ángulo formado por la intersección de dos líneas: la primera une los aspectos más mediales de la pedigrafía, mientras que la segunda une el punto más lateral de la concavidad del mediopié con el punto más medial del metatarso¹⁵. El IS se obtiene de la división de dos valores: la sección mínima del mediopié con la sección más ancha del retropié²⁹. Por último, el ICS relaciona la anchura mínima del mediopié y la anchura máxima del antepié²⁹. Para recoger las pedigrafías se utilizó una plataforma de presión digital (Footchecker; Loran Engineering; Italia), situada sobre una superficie firme (figura 3). Los sujetos se posicionaron sobre la plataforma, en bipedestación y descalzos. Se les solicitó que se mantuviesen inmóviles, con la mirada fija en una referencia situada a 1,8 metros del suelo y a 3 metros de ellos, y con los brazos relajados a lo largo del cuerpo. Cuando la postura fue estable se procedió a la recogida de la pedigrafía. El cálculo del AC, el IS y el ICS se realizó por medio del software Footchecker 4.0, realizándose tres mediciones y tomándose el valor medio. Tanto el TCE como las pedigrafías se recogieron en el pie dominante³⁰.

Metodología

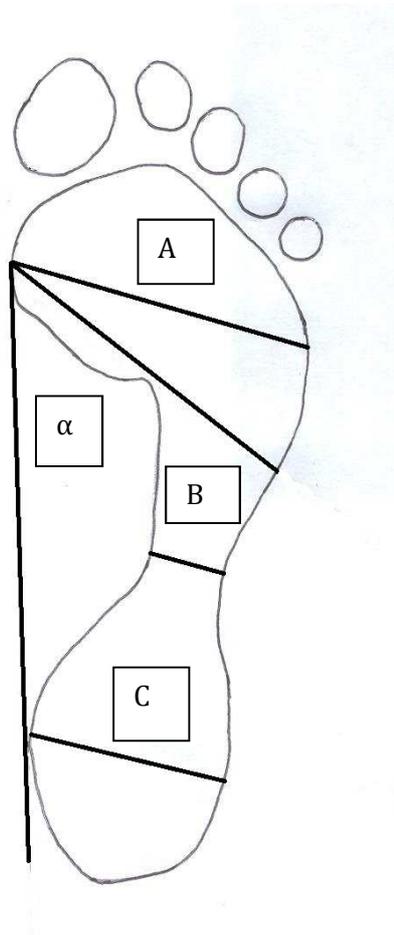


Figura 2. Parámetros obtenidos del análisis de la huella plantar. Ángulo de Clarke= α ; Índice de Staheli= B/C ; Índice de Chippaux-Smirnak= B/A . Adaptado de Queen RB, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA 2nd. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. Foot Ankle Int. 2007;28:456-62.



Figura 3. Plataforma Footchecker empleada para la recogida de las pedigráficas.

Cálculo del tamaño muestral

Para el mismo se realizó un estudio piloto interno con los 20 primeros sujetos (11 mujeres y 9 hombres; edad media=26,651±5,257 años). En el mismo se calculó la correlación entre el TCE y los parámetros de la huella plantar (AA $r=-0,678$; SI $r=0,651$; CSI $r=0,633$). Se empleó el programa informático G-Power 3.1, con un 80% de poder estadístico y un nivel α de 0,05. Se utilizó el valor mínimo de este estudio piloto (0,633) y la correlación obtenida por Nakhaee et al²⁸ en el TCE y el IA ($r=0,44$). El tamaño muestral requerido fue de 86 sujetos. En el estudio se incluyeron 51 mujeres (59,302%) y 35 hombres (40,698%). La Tabla 1 muestra las características de la muestra estudiada.

| | Media | Desviación típica |
|---------------|--------------|--------------------------|
| Edad | 22,791 | 4,797 |
| Altura | 168,466 | 10,978 |
| Peso | 66,477 | 13,571 |
| IMC | 23,158 | 2,445 |
| TCE | 6,709 | 2,873 |
| AC | 44,396 | 11,100 |
| IS | 31,919 | 16,027 |
| ICS | 32,837 | 23,029 |

Tabla 1. Variables sociodemográficas, test de caída del escafoides y parámetros de la huella plantar de la muestra estudiada (n=86). AC: ángulo de Clarke; IMC: índice de masa corporal; ICS: índice de Chippaux-Smirnak; IS: índice de Staheli; TCE: test de caída del escafoides.

Fiabilidad

También se realizó un estudio de la fiabilidad intraobservador e interobservador de todos los parámetros estudiados en esos primeros 20 individuos mediante un estudio test-retest. El examen fue realizado por dos fisioterapeutas con experiencia en el uso de los procedimientos, realizándose las mediciones con un intervalo de 48 horas. Tanto los exploradores como los sujetos se encontraron cegados a los resultados.

Análisis estadístico

El mismo se llevó a cabo utilizando el programa informático IBM SPSS 20.0, considerándose significativos valores de $p < 0,05$. A fin de valorar la utilización de pruebas paramétricas, se evaluó la normalidad en la distribución de la muestra por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, aplicando la corrección de Lilliefors en los casos necesarios. El análisis descriptivo de las variables cualitativas se realizó por medio de frecuencias y porcentajes, utilizándose medias y desviaciones típicas para las variables cuantitativas.

La fiabilidad se estudió utilizando el coeficiente de correlación intraclass (CCI) (modelo alfa de 2 factores con efecto mixto y tipo de consistencia de acuerdo absoluto) y los intervalos de confianza del 95% (IC 95%). La fiabilidad se interpretó como se detalla a continuación: $< 0,30$, mala; $0,31$ a $0,50$, mediocre; $0,51$ a $0,70$, moderada; $0,71$ a $0,90$, buena y $> 0,91$ muy buena³¹. También se calculó el error estándar de medición (EEM) y el cambio mínimo detectable (CMD). Por último, la correlación entre los distintos parámetros se valoró por medio de la r de Pearson. La misma se interpretó según los valores propuestos por Evans³²: $\leq 0,20$, muy débil; $0,21$ a $0,39$, débil; $0,40$ a $0,59$, moderada; $0,60$ a $0,79$, fuerte; $\geq 0,81$, muy fuerte.

RESULTADOS

Fiabilidad

En el estudio de fiabilidad el TCE, el AC, el IS y el ICS mostraron una distribución normal ($p > 0.05$). Los valores del CCI fueron superiores 0,880 en todos los casos ($p < 0,01$). La Tabla 2 muestra el CCI, IC 95%, EEM y CMD de todos los parámetros estudiados.

Metodología

| Fiabilidad intraobservador | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|------------|---------------|------------|------------|
| | | CCI | IC 95% | EEM | CMD |
| TCE | <i>Explorador 1</i> | 0,945 | 0,898-0,970 | 0,630 | 1,746 |
| | <i>Explorador 2</i> | 0,922 | 0,857-0,958 | 0,781 | 2,165 |
| AC | <i>Explorador 1</i> | 0,941 | 0,879-0,971 | 1,487 | 4,122 |
| | <i>Explorador 2</i> | 0,939 | 0,853-0,975 | 1,595 | 4,421 |
| IS | <i>Explorador 1</i> | 0,969 | 0,924-0,988 | 1,410 | 3,908 |
| | <i>Explorador 2</i> | 0,964 | 0,925-0,982 | 1,582 | 4,385 |
| ICS | <i>Explorador 1</i> | 0,976 | 0,940-0,990 | 1,135 | 3,146 |
| | <i>Explorador 2</i> | 0,957 | 0,912-0,979 | 1,565 | 4,338 |
| Fiabilidad interobservador | | | | | |
| | | CCI | IC 95% | EEM | CMD |
| TCE | <i>Tiempo 1</i> | 0,914 | 0,844-0,954 | 0,821 | 2,276 |
| | <i>Tiempo 2</i> | 0,939 | 0,888-0,967 | 0,642 | 1,780 |
| AC | <i>Tiempo 1</i> | 0,884 | 0,708-0,954 | 2,342 | 6,492 |
| | <i>Tiempo 2</i> | 0,899 | 0,763-0,959 | 2,139 | 5,929 |
| IS | <i>Tiempo 1</i> | 0,910 | 0,829-0,952 | 2,586 | 7,168 |
| | <i>Tiempo 2</i> | 0,912 | 0,834-0,954 | 2,507 | 6,949 |
| ISC | <i>Tiempo 1</i> | 0,920 | 0,848-0,958 | 2,221 | 6,157 |
| | <i>Tiempo 2</i> | 0,936 | 0,845-0,974 | 1,926 | 5,339 |

Tabla 2. Coeficiente de correlación intraclase, intervalo de confianza del 95%, error estándar de medición y cambio mínimo detectable de todos los parámetros estudiados. $p < 0,01$ para todos los valores del coeficiente de correlación intraclase. AC: ángulo de Clarke; CCI: coeficiente de correlación intraclase; CMD: cambio mínimo detectable; EEM: error estándar de medición; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; ICS: índice de Chippaux-Smirnak; IS: índice de Staheli; TCE: test de caída del escafoides.

Correlación

Todos los parámetros del ALI presentaron una normalidad en la distribución ($p > 0.05$). Se encontraron correlaciones significativas entre el TCE y los parámetros de la huella plantar ($p > 0,01$), situándose los valores absolutos de r entre 0,615 y 0,649. Los parámetros de la huella plantar presentaron niveles de correlación muy fuertes, siendo en todos los casos los valores de la r de Pearson superiores a 0,835. Los coeficientes de correlación de Pearson y el IC 95% de todos los parámetros se muestran en la Tabla 3. Las Figuras 3-5 presentan la relación entre el TCE y los parámetros de la huella plantar, así como el valor del coeficiente de determinación (r^2) en cada caso.

| | AC | IS | ICS | TCE |
|-----|------------------------|---------------------|---------------------|-----|
| AA | 1 | | | |
| IS | -0,838 (-0,761/-0,892) | 1 | | |
| ICS | -0,876 (-0,816/-0,918) | 0,881 (0,823/0,921) | 1 | |
| TCE | -0,649 (-0,506/-0,756) | 0,635 (0,488/0,746) | 0,615 (0,463/0,731) | 1 |

Tabla 3. Coeficiente de correlación de Pearson e (intervalo de confianza del 95%) para todos los parámetros estudiados. $p < 0,01$ en todos los casos. AC: ángulo de Clarke; ICS: índice de Chippaux-Smirnak; IS: índice de Staheli; TCE: test de caída del escafoides.

Metodología

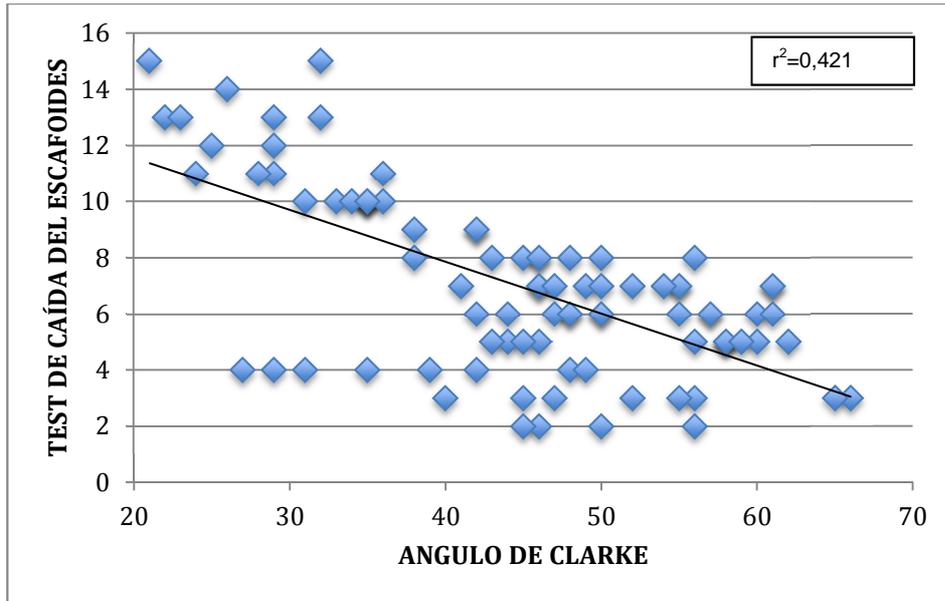


Figura 3. Correlación entre el test de caída del escafoides y el ángulo de Clarke. Se muestra el coeficiente de determinación (r^2).

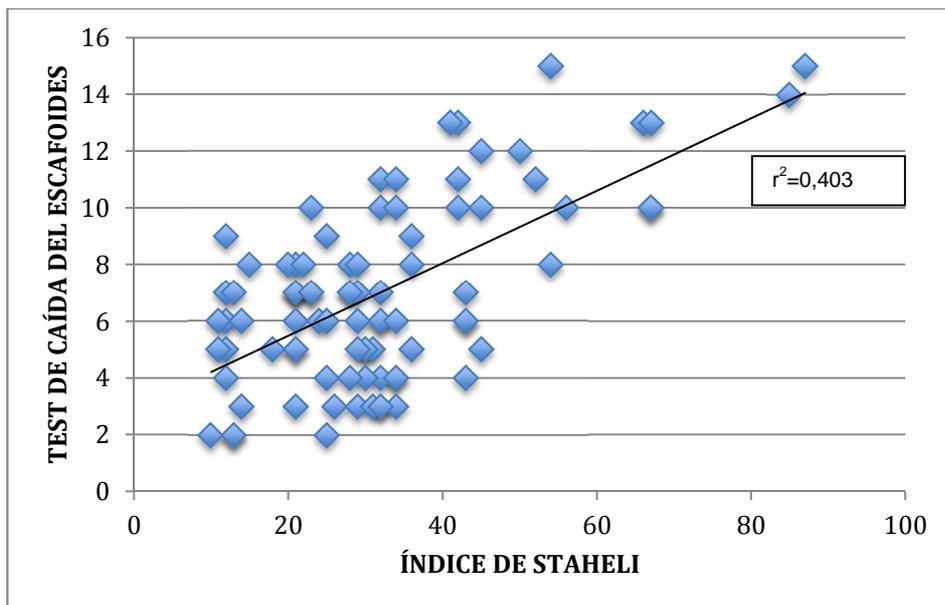


Figura 4. Correlación entre el test de caída del escafoides y el índice de Staheli. Se muestra el coeficiente de determinación (r^2).

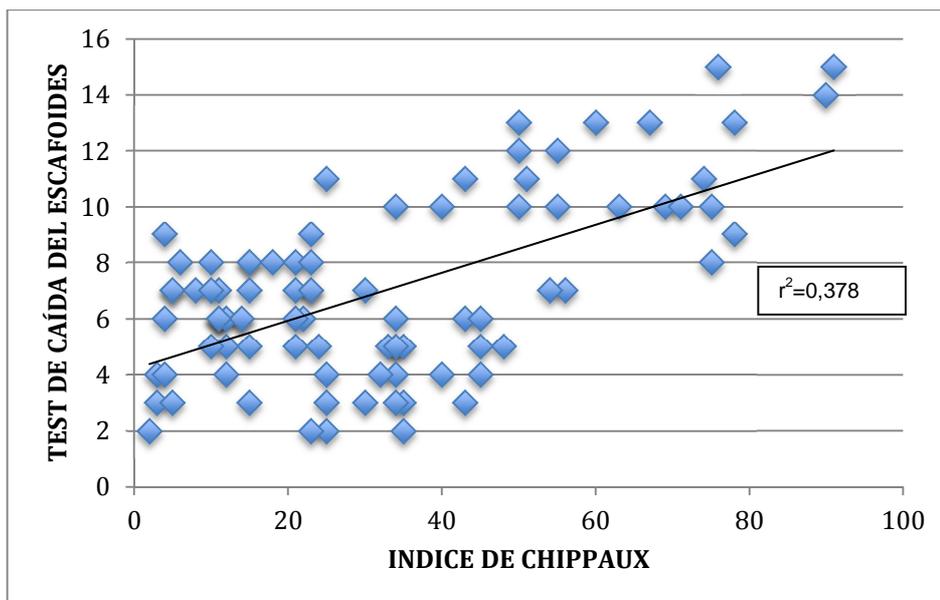


Figura 5. Correlación entre el test de caída del escafoides y el índice de Chippaux-Smirnak. Se muestra el coeficiente de determinación (r^2).

DISCUSIÓN

Fiabilidad

Todos los parámetros estudiados presentaron una fiabilidad buena o muy buena, con valores del CCI > 0,880. Así, el TCE mostró una fiabilidad, tanto intraobservador como interobservador, muy buena, situándose los valores del CCI entre 0,914 y 0,945. Respecto a la fiabilidad intraobservador, el explorador 1 presentó una fiabilidad superior (CCI=0,945) al explorador 2 (CCI=0,922). Diversos autores han obtenido resultados similares a los nuestros, con fiabilidades muy buenas, tanto en sujetos sanos^{5,18,24,25,33-35} como en sujetos lesionados^{18,26}. En nuestro estudio, la fiabilidad interobservador presentó valores del CCI ligeramente inferiores (0,914 y 0,939), siendo la misma también muy buena. Estos datos también coinciden con los presentados en otros estudios previos^{18,26,35}. Respecto al EEM, en este estudio fue inferior a 1 milímetro en todos los casos, siendo estos valores más bajos que los obtenidos en otros estudios, tanto con sujetos sanos³⁵⁻³⁹ como lesionados²⁵. Según los resultados de nuestro estudio así como a la literatura revisada, el TCE es un test

reproducibles, presentando una alta fiabilidad. Sin embargo, conviene tener en cuenta que la fiabilidad del mismo depende del nivel de entrenamiento del explorador, siendo los niveles de fiabilidad más bajos en el caso de exploradores inexpertos^{35,36,40}. Es por ello que se hace necesaria una preparación previa³⁵, ya que el TCE requiere de experiencia en el correcto posicionamiento de la ASA en posición neutra⁴⁰ así como en la localización exacta de la tuberosidad del escafoide⁴¹. A este respecto conviene señalar que en nuestro estudio los evaluadores fueron dos fisioterapeutas con experiencia previa en el manejo de este test, minimizando estos errores.

En cuanto a la fiabilidad de los parámetros de la huella plantar, los valores del CCI se encontraron por encima de 0,880 en todos los casos. La fiabilidad del IS y del ICS fue muy buena en nuestro estudio. Estos resultados son similares a los encontrados en trabajos previos. Así, la fiabilidad intraobservador fue muy buena para ambos índices en los trabajos de Queen et al¹⁵ y Papuga y Burke⁴² (CCI>0,9 en ambos casos). Respecto a la fiabilidad interobservador, Queen et al¹⁵ obtuvieron CCIs>0,960, mientras que en el caso Papuga y Burke⁴² los mismos fueron superiores a 0,880. Por lo tanto, ambos índices presentan un alto nivel de fiabilidad.

Respecto al AC, en nuestro estudio ha presentado una fiabilidad intraobservador muy buena, con CCIs>0,930. Sin embargo, otros trabajos previos muestran resultados controvertidos. Así, respecto a la fiabilidad intraobservador, mientras en el caso Papuga y Burke⁴² fue buena o muy buena (CCIs=0,817-0,993), en el de Queen et al¹⁵ la misma fue moderada (CCI=0,677). Estos últimos autores¹⁵ sugieren que el grado de fiabilidad intraobservador puede estar relacionado con el tiempo entre cada medición. Así, Queen et al¹⁵ reevaluaron a los sujetos con un intervalo de entre siete y diez días, y señalan que en este tiempo se han podido producir cambios en la anatomía de los sujetos que pueden afectar a los parámetros de la huella plantar. En nuestro estudio el tiempo entre medición fue de 48 horas. La fiabilidad interobservador del AC obtenida

en el presente estudio fue buena ($CCI > 0,880$), aunque muy próxima a niveles muy buenos. Queen et al¹⁵ también presentan una fiabilidad interobservador buena ($CCI = 0,807$) mientras que en el caso de Papuga y Burke⁴² la misma fue mediocre ($CCI = 0,605$). Otros autores, utilizando pedigráficas en tinta, obtuvieron una fiabilidad interobservador del AC muy buena, con valores del CCI situados entre 0,97 y 0,99^{43,44}. Las discrepancias en la fiabilidad, tanto intraobservador como interobservador, del AC pueden estar relacionadas con diversos factores. Uno de ellos puede ser la variación a la hora de identificar en la pedigráfica diversas referencias, como el principio y el fin del mediopié y del antepié⁴².

Correlación

Respecto al objetivo principal del estudio, la correlación entre el TCE y los parámetros de la huella plantar fue fuerte en todos los casos ($p > 0,01$). Así, los valores absolutos se situaron entre 0,615 y 0,649. Fue el AC el parámetro pedigráfico que presentó el nivel de correlación más alto. Los coeficientes de determinación (r^2) se situaron entre 0,378 y 0,421. Respecto a la correlación entre los distintos parámetros de la huella plantar, la misma fue muy fuerte ($r = |0,838-0,881|$).

No se han encontrado trabajos previos que hayan evaluado la correlación entre el TCE y los parámetros de la huella plantar utilizados en el presente trabajo. Sólo se ha estudiado anteriormente la correlación entre el TCE y el IA. Así, Nakhaee et al²⁸ obtuvieron correlaciones moderadas ($p < 0,05$) entre el TCE y el IA estático ($r = 0,440$) y el IA dinámico ($r = 0,570$) en un estudio realizado en 47 corredores. Por su parte, Billis et al²³ presentaron correlaciones débiles ($p < 0,05$) entre el TCE y el IA en apoyo monopodal ($r = 0,320$) y el IA en apoyo bipodal ($r = 0,317$) en 26 sujetos sanos. En nuestro estudio, utilizando otros parámetros, se han obtenido niveles de correlación más altos. A este respecto hay que tener en cuenta que el IA está influenciado por el IMC y los tejidos blandos^{45,46}, lo que puede provocar problemas en su interpretación.

Es por ello que en el presente estudio no se han incluido sujetos con un IMC > 30, mientras que los trabajos señalados anteriormente^{23,28} no se hace referencia a esto. Cabe destacar que Billis et al²³ encontraron una correlación fuerte al comparar el TCE y el índice del valgo maleolar, tanto en posición monopodal ($r=0,613$) como bipodal ($r=0,657$). Estos resultados son similares a los nuestros. Una posible razón es el hecho de que mientras que el IA es un parámetro que depende del área de contacto del pie, tanto los parámetros utilizados en nuestro estudio (AC, IS e ICS) como el índice de valgo maleolar están relacionados con la anchura del pie y no con dicha área.

Otros autores han estudiado previamente la correlación entre el AC, el IS y el ICS y la medición de la altura del escafoides. Hawes et al⁴³ encontraron un nivel de correlación débil entre el AC y la altura del escafoides ($r=0,39$) en 115 sujetos, empleando pedigrafías en tinta. Por su parte, Shiang et al⁴⁷ obtuvieron una correlación pobre para el IS ($r=-0,302$) y moderada para el AC ($r=0,457$) y el ICS ($r=-0,483$), utilizando pedigrafías digitales. Queen et al¹⁵ encontraron correlaciones moderadas para todos los parámetros, situándose los valores absolutos de la r de Pearson entre 0,469 y 0,517. Cabe destacar que los niveles de correlación aumentan ($r=0,619-0,654$) cuando se utiliza la altura del escafoides normalizada (que hace referencia al ratio entre la longitud del pie y la altura del escafoides)¹⁵.

Es necesario tener en cuenta que hay varios factores que pueden influir en las pedigrafías, produciendo problemas en su interpretación. Queen et al¹⁵ sugieren que uno de ellos podría ser el ángulo del retropié. Además, las pedigrafías también pueden verse influidas por los tejidos blandos⁴⁸. Mientras que se ha demostrado que el IMC afecta al IA^{45,46,49}, la composición grasa no afecta a la estructura ósea del ALI⁴⁶ o la altura del escafoides⁵⁰. La influencia del IMC en las pedigrafías hace que estas medidas deban ser interpretadas con cautela⁴⁶.

Por último, respecto a los valores descriptivos del TCE, se consideran valores de un ALI normal los situados entre 5 y 9 milímetros^{6,28,34}, aunque Brody²¹ fijó en 15 milímetros el límite de normalidad. En el presente estudio se han obtenido valores medios del TCE de 6,709 milímetros ($\pm 2,873$), los cuales se encuentran dentro del rango de normalidad. En cuanto al AC, IS e ICS, no existen valores estandarizados que se utilicen de forma común. Así, en el caso del AC se considera que 42° es el límite inferior de un ALI de altura normal¹⁹. Los primeros trabajos que emplearon el IS y el ICS consideraron, en adultos, valores normales los situados entre 0,3 y 1⁵¹ y entre 0,1 y 0,29²⁹ respectivamente. Sin embargo, otros autores han utilizado otros valores para categorizar el ALI^{47,52,53}. Esta falta de valores normativos supone un problema a la hora de estudiar el ALI utilizando estos parámetros. Esta es otra razón para considerar que el TCE puede ser un método más adecuado para evaluar la altura del ALI, ya que posee datos normativos que se utilizan de forma común.

Debido a que el ALI es una estructura que presenta una alta variabilidad⁵⁴, y que las variaciones en su altura afectan a la función, siendo un factor de riesgo lesional¹⁶⁻¹⁹, se hace necesario incluir su estudio en la práctica clínica habitual. Según los resultados del presente estudio, el TCE es un método fiable y que presenta una correlación fuerte con el AC, el IC y el ICS. Tiene la ventaja frente a estos últimos de ser un método sencillo en su aplicación, rápido en su realización, económico y que presenta menos inconvenientes que los parámetros obtenidos del análisis de la huella plantar, no estando influenciado por el IMC como lo están las pedigráficas. Los niveles de fiabilidad son muy buenos, siempre que se tenga un entrenamiento previo en el manejo del mismo. Es por ello que el TCE es un método adecuado para estudiar la altura del ALI.

Limitaciones

La primera es que el estudio se ha realizado en sujetos adultos. Los resultados obtenidos, por lo tanto, no pueden extrapolarse a otras muestras, como niños o ancianos.

En el presente estudio no se estableció ningún criterio de inclusión relativo a la altura del ALI, incluyéndose todos los tipos de pie. Debido a las repercusiones que tiene el descenso de la altura del ALI, será necesario evaluar estas correlaciones en sujetos con el pie plano.

En este estudio no se han incluido parámetros obtenidos de radiografías, los cuales también son utilizados por otros autores para el estudio de la altura del ALI^{1,27}. En un futuro estudio se debería valorar la correlación entre los parámetros aquí presentes y las medidas radiológicas.

CONCLUSIONES

El TCE mostró una fiabilidad fuerte con todos los parámetros de la huella plantar evaluados (AC, IS e ICS). Además, todos ellos presentaron niveles de fiabilidad buenos o muy buenos. El TCE es una prueba sencilla, económica, rápida de realizar y fiable para evaluar la altura del ALI, que presenta una correlación fuerte con los parámetros obtenidos mediante pedigrafías estudiados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Xiong S, Goonetilleke RS, Witana CP, Weerasinghe TW, Au EY. Foot arch characterization: a review, a new metric, and a comparison. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2010;100:14-24.
2. Fiolkowski P, Brunt D, Bishop M, Woo R, Horodyski MB. Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *J Foot Ankle Surg.* 2003;42:327-33.
3. Subotnick SI. The biomechanics of running: implications for the prevention of foot injuries. *Sports Med.* 1985;2:144-53.
4. Denyer JR, Hewitt NL, Mitchell AC. Foot structure and muscle reaction time to a simulated ankle sprain. *J Athl Train.* 2013;48:326-30.
5. Jonely H, Brismée JM, Sizer PS Jr, James Cr. Relationships between clinical measures of static foot posture and plantar pressure during static standing and walking. *Clin Biomech.* 2011;26:873-9.
6. Cote KP, Brunett ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Ath Train.* 2005;40:41-6.
7. Snook AG. The relationship between excessive pronation as measured by navicular drop and isokinetic strength of the ankle musculature. *Foot Ankle Int.* 2001;22:234-40.
8. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *J Foot Ankle Res.* 2009;2:35.
9. Telfer S, Abbott M, Steultjens M, Rafferty D, Woodburn J. Dose–response effects of customised foot orthoses on lower limb muscle activity and plantar pressures in pronated foot type. *Gait Posture.* 2013; 38:443-9.

10. Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987;9:160-5.
11. Nguyen AD, Boling MC, Levine B, Shultz SJ. Relationships between lower extremity alignment and the quadriceps angle. *Clin J Sport Med.* 2009;19:201-6.
12. Shultz SJ, Nguyen AD, Levine BJ. The relationship between lower extremity alignment characteristics and anterior knee joint laxity. *Sports Health.* 2009;1:54-60.
13. Pinto RZ, Souza TR, Trede RG, Kirkwood RN, Figueiredo EM, Fonseca ST. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Man Ther.* 2008;13:513-9.
14. Chuter V, Spink M, Searle A, Ho A. The effectiveness of shoe insoles for the prevention and treatment of low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:140.
15. Queen RB, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA 2nd. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. *Foot Ankle Int.* 2007;28:456-62.
16. Williams DS III, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clinic Biomech (Bristol, Avon).* 2001;16:341-7.
17. Newman P, Witchalls J, Waddington G, Adams R. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med.* 2013;4:229-41.
18. Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB. Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:286-96.

19. Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24:91-7.
20. Franco A. Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. *Phys Ther.* 1987;67:688-94.
21. Brody D. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am.* 1982;13:542-58.
22. Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Man Ther.* 2012;18:425-30.
23. Billis E, Katsakori E, Kapodistrias C, Kapreli E. Assessment of foot posture: Correlation between different clinical techniques. *The Foot.* 2007;17:65-72.
24. Shultz SJ, Carcia CR, Gasneder BM, Perrin DH. The independent and interactive effects of navicular drop and quadriceps angle on neuromuscular responses to a weight-bearing perturbation. *J Ath Train.* 2006;41:251-9.
25. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 2000;35:403-6.
26. Shrader JA, Popovich JM Jr, Gracey GC, Danoff JV. Navicular drop measurement in people with rheumatoid arthritis: interrater and intrarater reliability. *Phys Ther.* 2005;85:656-64.
27. Hannigan-Downs KS, Harter RA, Smith GA. Radiographic validation and reliability of selected clinical measures of pronation. *J Athl Train.* 2000;35:12-30.
28. Nakhaee Z, Rahimi A, Abaee M, Rezasoltani A, Kalantari KK. The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. *Foot.* 2008;18:84-90.

29. Forriol F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle*. 1990;11:101-4.
30. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *J Athl Train*. 1998;33:319-22.
31. Pita Fernández S, Pértega Díaz S, Rodríguez Maseda E. La fiabilidad en las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para las variables numéricas. *Cad Aten Primaria*. 2003; 10:290-6.
32. Evans JD. *Straightforward Statistics for the Behavioral Sciences*. California: Brooks/Cole Publishing; Pacific Grove; 1996.
33. Mueller MU, Host JV, Norton BJ. Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1993;83:198-202.
34. Hargrave MD, Carcia CR, Gansneder BM, Shultz SJ. Subtalar pronation does not influence impact forces or rate of loading during a single-leg landing. *J Athl Train*. 2003;38:18-23.
35. Shultz SJ, Nguyen AD, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynond BD. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies. *Clin J Sport Med*. 2006;16:155-61.
36. Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;18:553-8.
37. van der Worp MP, de Wijer A, Staal JB, Nijhuis- van der Sanden MW. Reproducibility of and sex differences in common orthopaedic ankle and foot tests in runners. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:171.

38. Sell KE, Verity TM, Worrel TW, Pease BJ, Wigglesworth J. Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;19:162-7.
39. Evans AM, Copper AW, Scharfbillig RW, Scutter SD, Williams MT. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2003;93:203-13.
40. Levinger P, Menz HB, Fottohabadi MR, Feller JA, Bartlett JR, Bergman NR. Foot posture in people with medial compartment knee osteoarthritis. *J Foot Ank Res.* 2010;3:29.
41. Vinicombe A, Raspovic A, Menz HB. Reliability of navicular displacement measurement as a clinical indicator of foot posture. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2001;91:262-8.
42. Papuga MO, Burke R. The reliability of the associate platinum digital foot scanner in measuring previously developed footprint characteristics: a technical note. *J Manipulative Physiol Ther.* 2011;34:114-8.
43. Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle.* 1992;13:22-6.
44. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Can static plantar pressures of prepubertal children be predicted by inked footprints? *J Am Podiatr Med Assoc.* 2004;94:429-33.
45. Wearing SC, Hills AP, Byrne NM, Henning EM, McDonald M. The arch index: a measure of flat or fat feet? *Foot Ankle Int.* 2004;25:575-81.
46. Wearing SC, Grigg NL, Lau HC, Smeathers JE. Footprint-bases estimates of arch structure are confounded by body composition in adults. *J Orthop Res.* 2012;30:1351-4.

47. Shiang TY, Lee SH, Lee SJ, Chu WC. Evaluating different footprint parameters as a predictor of arch height. *IEEE Eng Med Biol Mag.* 1998;17:62-6.
48. Cobey JC, Sella E. Standardizing methods of measurement of foot shape by including the effects of subtalar rotation. *Foot Ankle.* 1981;2:30-6.
49. Aurichio TR, Rebelatto JR, de Castro AP. The relationship between the body mass index (BMI) and foot posture in elderly people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;52:e89-92.
50. Gilmour JC, Burns Y. The measurement of the medial longitudinal arch in children. *Foot Ankle Int.* 2001;22:493-8.
51. Staheli LT, Chew DE, Corbett M, . The longitudinal arch. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:426-8.
52. Gross KD, Felson DT, Niu J, Hunter DJ, Guermazi A, Roemer FW, Dufour AB, Gensure RH, Hannan MT. Association of flat feet with knee pain and cartilage damage in older adults. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011;63:937-44.
53. Medi-Dan O, Gadi K, Zeev A, Rubin A, Constantini N, Even A, Nyska M, Mann G. The medial longitudinal arch as a possible risk factor for ankle sprains: a prospective study in 83 female infantry recruits. *Foot Ankle Int.* 2005;26:180-3.
54. Menz HB, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Hannan MT. Foot posture, foot function and low back pain: the Framingham Foot Study. *Rheumatology (Oxford).* 2013;52:2275-82.

ESTUDIO 2: ARCO LONGITUDINAL INTERNO DEL PIE: RELACIÓN ENTRE DISTINTOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN EN SUJETOS CON EL PIE PLANO

RESUMEN

Introducción

Los cambios en la altura del arco longitudinal interno del pie, especialmente su disminución, afectan a distintas funciones de la extremidad inferior, siendo además un factor causal de diversas patologías. Por ello, la evaluación de la altura de dicho arco es necesaria en la práctica clínica. Los objetivos del presente estudio han sido valorar la correlación entre el test de caída del escafoides y parámetros de la huella plantar y el *Foot Posture Index-6* en sujetos con el arco longitudinal interno disminuido. También se ha estudiado la fiabilidad intraobservador e interobservador.

Material y métodos

El test de caída del escafoides, el ángulo de Clarke, el índice de Staheli, el índice de Chippaux-Smirnak y el *Foot Posture Index-6* fueron medidos en el pie dominante de 71 sujetos con el pie plano (38 mujeres y 33 hombres; edad media=24,129±3,913 años). Se estudió la correlación entre estas medidas por medio del coeficiente de correlación de Pearson (r). La fiabilidad intraobservador e interobservador se evaluó por medio del coeficiente de correlación intraclase.

Resultados

Todas las correlaciones estudiadas fueron significativas ($p < 0,01$). Se encontraron correlaciones fuertes entre el test de caída del escafoides y los parámetros de la huella plantar ($r = |0,722-0,788|$). El test de caída del escafoides y el *Foot Posture Index-6* también presentaron un nivel de correlación fuerte ($r = 0,800$), al igual que ocurrió con las correlaciones entre los parámetros de la huella plantar y el *Foot Posture Index-6* ($r = |0,657-0,705|$). La fiabilidad intraobservador e interobservador fue buena o muy buena en todos los parámetros estudiados.

Conclusiones

El test de caída del escafoides presenta una correlación fuerte con los parámetros de la huella plantar estudiados en sujetos con el pie plano. Respecto al *Foot Posture Index-6*, la correlación también fue fuerte con el resto de parámetros evaluados. El test de caída del escafoides es una prueba sencilla, económica, rápida de realizar y fiable para evaluar la altura del arco longitudinal interno en sujetos con el pie plano, presentando una correlación fuerte con el resto de parámetros estudiados.

PALABRAS CLAVE

Arco longitudinal interno; *Foot Posture Index*; Pedigrafía; Test de caída del escafoides.

STUDY 2: MEDIAL LONGITUDINAL ARCH OF THE FOOT: RELATIONSHIP BETWEEN DIFFERENT EVALUATION TECHNIQUES IN LOWER MEDIAL LONGITUDINAL ARCH SUBJECTS.

ABSTRACT

Background

Changes in the height of the medial longitudinal arch affect several functions of the lower extremity and are related to lower limb injuries. For this reason, the evaluation of the height of the medial longitudinal arch is necessary in the clinical practice. The aims of this study are to evaluate the correlation between the navicular drop test and footprint parameters and the Foot Posture Index-6 in subjects with a lower MLA. In addition, their intra-rater and inter-rater reliability were also calculated.

Methods

The navicular drop test, the arch angle, the Staheli index, the Chippaux-Smirnak index and the Foot Posture Index-6 were collected from the dominant foot of seventy one lower medial longitudinal arch subjects (38 women and 33 men; age=24.129±3.913 years). The Pearson correlation coefficients (r) were calculated. The intra-rater and the inter-rater reliability were also calculated using the intraclass correlation coefficient.

Results

Statistical significant correlations ($p < 0,01$) were obtained. Strong correlations were found between the navicular drop test and the footprints parameters ($r = |0.722-0.788|$).

Metodología

The NDT and the Foot Posture Index-6 showed a strong correlation ($r=0.800$) and moderate correlation ($r=|0.657-0.705|$) were obtained between the footprints parameters and the Foot Posture Index-6. Excellent intra-rater and inter-rater reliability were obtained for all the parameters.

Conclusions

The navicular drop test showed strong correlation with footprints parameters in subjects with lower MLA. In addition, the Foot Posture Index-6 is strong correlated to the NDT and the footprints parameters evaluated. The navicular drop test is an easy, reproducible and well-correlated test in lower medial longitudinal arch subjects.

KEY WORDS

Medial longitudinal arch; Foot Posture Index; Footprint; Navicular drop test.

INTRODUCCIÓN

El arco longitudinal interno (ALI) del pie es una estructura que presenta una alta variabilidad individual¹. Cambios en su altura se relacionan con la aparición de lesiones en la extremidad inferior^{2,3}, además de afectar a diversas funciones, entre las que se encuentran la distribución de las presiones plantares⁴, la estabilidad⁵ y la absorción de las fuerzas de impacto⁶.

El descenso en la altura del ALI se asocia a una pronación de la articulación subastragalina (ASA)⁷. Estas alteraciones en la altura del ALI y en la posición del pie van a producir modificaciones en la alineación de la extremidad inferior, como son la presencia de una torsión interna⁸ y rotación interna de la tibia⁹, genu recurvatum⁸, laxitud anterior de rodilla^{10,11}, anteversión pélvica¹² y lordosis lumbar¹³. La función muscular también se ve afectada en aquellos sujetos que presentan un pie plano¹⁴. Así, en los mismos se ha observado una disminución en la actividad electromiográfica de la musculatura eversora del tobillo, y un aumento de dicha actividad en la musculatura inversora¹⁵. También en estos individuos se ha constatado un descenso en la fuerza concéntrica de los músculos flexores plantares del tobillo¹⁶. Estos cambios no solo van a afectar a la musculatura del pie y de la pierna, sino que también influyen en músculos del muslo, como el vasto medial, vasto lateral y bíceps femoral, afectando a su actividad electromiográfica¹⁷.

La disminución de la altura del ALI es un factor de riesgo en diversas patologías, como son la presencia de dolor en el pie¹, síndrome de estrés tibial^{18,19}, síndrome femoropatelar^{20,21}, artrosis de rodilla²², lesiones sin contacto del ligamento cruzado anterior de la rodilla^{23,24} o dolor lumbar²⁵. Por todo ello, la evaluación de la altura del

ALI y de la posición del pie son elementos necesarios en la práctica clínica, a fin de obtener información que pueda ser utilizada en el tratamiento.

Son varios los métodos empleados para el estudio de la altura del ALI y de la posición del pie: evaluación visual, parámetros radiológicos, pedigrafías, índices posturales y pruebas clínicas. La evaluación visual no es un método válido, ya que depende en exclusiva de la observación subjetiva del examinador²⁶. Los parámetros radiológicos, aunque se utilizan para la exploración del ALI²⁷, siendo métodos válidos y fiables, presentan diversas desventajas, como el hecho de su coste y la exposición a radiaciones ionizantes a la que someten a los sujetos²⁷. Las pedigrafías son métodos no invasivos y sencillos; además, la utilización de los sistemas digitales ha solucionado algunos de los problemas de las pedigrafías en tinta, como la inexactitud en las mediciones²⁸.

Dentro de los índices posturales se incluye entre otros al *Foot Posture Index* (FPI)²⁷. Se trata de un método válido y fiable utilizado para cuantificar la posición del pie²⁹. Aunque el FPI original incluía ocho ítems (FPI-8)²⁹, posteriormente se diseñó una versión de seis (FPI-6) que es la más utilizada en la actualidad³⁰. Los ítems incluidos se puntúan entre -2 y +2; los valores altos se asocian a un pie pronado, mientras que los bajos a un pie supinado²⁹.

Las técnicas clínicas, de fácil ejecución y que no presentan efectos adversos, incluyen la medición de la altura del escafoides, la línea de Feiss o el test de caída del escafoides (TCE)^{27,31}. Esta última prueba se emplea de forma común en el estudio de la altura del ALI y de la posición del pie, siendo un método barato, sencillo y rápido de ejecutar^{5,27,31}. El TCE fue descrito por Brody en 1982, mostrando la diferencia (en

milímetros) entre la altura de la tuberosidad del escafoides en dos posiciones: con la ASA en posición neutra y en posición relajada. Valores altos en el mismo se asocian a descenso del ALI y a pronación del retropié³².

La correlación entre el TCE y algunos parámetros de pedigráficas ha sido estudiada previamente^{33,34}. Sin embargo, no se ha estudiado la misma de forma específica en sujetos con el pie plano. Además, tampoco se ha estudiado la relación entre el TCE y FPI-6. El objetivo del presente estudio es evaluar la correlación entre el TCE y diversos parámetros de huella plantar, entre los que se encuentran el ángulo de Clarke (AC), el índice de Staheli (IS) y el índice de Chippaux-Smirnak (ICS), así como con el FPI-6 en sujetos que presentan una disminución en la altura del ALI. Secundariamente se evaluará la fiabilidad intraobservador e interobservador de dichas pruebas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Se ha realizado un estudio de correlación, en el que se han incluido sujetos voluntarios. Antes de ser incluidos en el estudio, los participantes fueron informados de los objetivos y metodología del trabajo, cumplimentando un consentimiento informado a tal efecto (anexo 3). El estudio siguió los principios de la Declaración de Helsinki de 1975, siendo aprobado por el Comité de Ética de la Universidad CEU-San Pablo.

Como criterio de inclusión se estableció que los sujetos presentasen un descenso en la altura del ALI, utilizando para su cuantificación el TCE. Se consideró un ALI bajo cuando el TCE presentó un valor igual o superior a 10 milímetros^{5,34}. Se excluyeron a

aquellos sujetos que habían sufrido intervenciones quirúrgicas previas en la extremidad inferior, presentaban deformidades o lesiones agudas en la misma y/o un índice de masa corporal superior (IMC) a 30. Se estudió el pie dominante de cada sujeto, determinándose mediante el test de golpeo de pelota³⁵.

Procedimiento

En primer lugar se recogieron las variables sociodemográficas, en las que se incluyeron la edad, el sexo, la altura, el peso y el IMC (anexo 4). Para la realización del TCE (Figura 1) se utilizó una modificación del procedimiento descrito por Brody³²: los sujetos se encontraron descalzos en bipedestación. Se marcó la tuberosidad del escafoides con un lápiz dermatográfico. Posteriormente se palparon las caras lateral y medial de la cabeza del astrágalo, colocándose el pie de forma lenta en inversión y eversion, hasta que el astrágalo se encontró en posición central, lo que supone una neutralización de la ASA. En ese momento se midió la distancia de la tuberosidad del escafoides al suelo. Después se pidió a los sujetos que relajasen el pie, volviéndose a medir dicha distancia. El TCE es la diferencia entre ambas medidas³². Se repitió el proceso tres veces y se recogió el valor medio. El TCE es un test que requiere un entrenamiento previo³⁶, presentando una fiabilidad más baja en exploradores inexpertos³⁶⁻³⁸. Esto se debe a la dificultad en la localización de la tuberosidad del escafoides³⁹ y en el posicionamiento de la ASA en posición neutra³⁸. En nuestro caso, el explorador fue un fisioterapeuta con seis años de experiencia en el manejo de la técnica.

Metodología



Figura1. El test de caída del escafoides muestra la diferencia (en milímetros) entre la altura del tuberosidad del escafoides en posición neutra y posición relajada de la articulación subastragalina.

Las pedigrafías se obtuvieron por medio de una plataforma de presión (Footchecker; Loran Engineering; Italia), la cual se colocó sobre una superficie firme. Para la recogida de la huella plantar, se pidió a los participantes que se mantuviesen en bipedestación, descalzos y quietos sobre la plataforma, con la mirada fija en un punto situado a 1,80 metros del suelo, a 3 metros de ellos, y con los brazos relajados y a lo largo del cuerpo. Cuando la postura de los sujetos fue estable se recogieron los datos. De las pedigrafías obtenidas se calcularon tres parámetros: el AC, el IS y el ICS. El AC (Figura 2) es el ángulo formado por la línea que unen los puntos más mediales de la pedigrafía y la línea que une el punto más medial del metatarso con el punto más lateral de la concavidad mediopié².

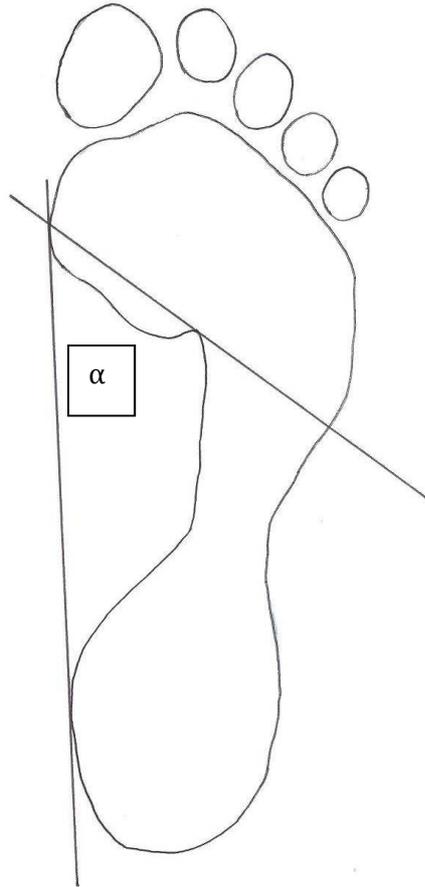
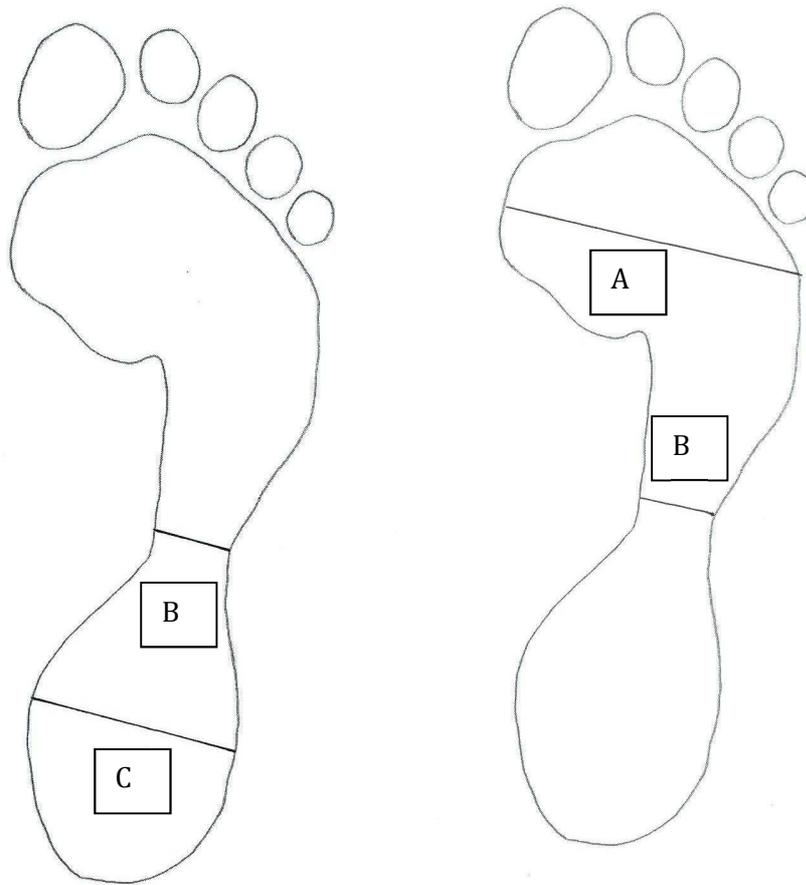


Figura 2. Ángulo de Clarke. Adaptado de Queen RB, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA 2nd. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. Foot Ankle Int. 2007;28:456-62.

El IS (Figura 3) se obtiene dividiendo la distancia mínima del mediopié con la sección más ancha del retropié⁴⁰, mientras que el ICS (Figura 4) es el ratio entre la anchura mínima del mediopié y la anchura máxima del antepié⁴⁰. Todos estos parámetros se calcularon utilizando el software asociado a la plataforma de presión (Footchecker 4.0), realizándose tres mediciones y tomándose el valor medio.



Figuras 3 y 4. Índice de Staheli (B/C) e Índice de Chippaux-Smirnak (B/A). Adaptado de Queen RB, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA 2nd. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. Foot Ankle Int. 2007;28:456-62.

En cuanto al FPI-6, los seis ítems incluidos en el mismo (palpación de la cabeza del astrágalo; curvatura supra e inframaleolar; posición en el plano frontal del calcáneo; prominencia de la región de la articulación escafoidea; congruencia del ALI; abducción/aducción del antepié respecto al retropié) se evaluaron con los participantes en bipedestación relajada. El FPI-6 presenta cinco categorías: pie altamente supinado (≤ 5), pie supinado (-4 a -1), pie normal (0 a +5), pie pronado (+6 a +9) y pie altamente pronado (≥ 10)²⁹.

Metodología

Todas las variables fueron recogidas por un fisioterapeuta experimentado en el manejo de las distintas pruebas empleadas.

Cálculo del tamaño muestral

Para determinar el mismo se utilizó la correlación entre el TCE y los parámetros de la huella plantar y el FPI-6 obtenidos en los 20 primeros sujetos (11 mujeres y 9 hombres; edad media=25,32±4,96 años). El cálculo del tamaño muestral se realizó por medio del programa informático G-Power 3.1, empleándose un nivel α de 0,05 y un 80% de poder estadístico, utilizándose el valor mínimo del estudio piloto interno (0,65) y la correlación obtenida por Nakhaee et al³⁴ entre el TCE y el índice del arco (IA) (0,44).

La muestra requerida fue de 71 sujetos, incluyéndose en el mismo 38 mujeres (53,521%) y 33 hombres (46,47,9%). La Tabla 1 muestra las características sociodemográficas, los valores del TCE y los parámetros de la huella plantar, mientras que la Figura 5 presenta las frecuencias del FPI-6 obtenidas en el total de la muestra estudiada.

Metodología

| | Media | Desviación típica |
|---------------|---------|-------------------|
| Edad | 24,129 | 3,913 |
| Altura | 169,254 | 9,901 |
| Peso | 67,975 | 11,337 |
| IMC | 23,512 | 1,983 |
| TCE | 11,831 | 1,682 |
| AC | 25,324 | 3,632 |
| IS | 47,431 | 8,978 |
| ICS | 64,707 | 12,491 |

Tabla 1. Variables sociodemográficas, test de caída del escafoides y parámetros de la huella plantar en la muestra estudiada (n=71). AC: ángulo de Clarke; ICS: índice de Chippaux-Smirnak; IMC: índice de masa corporal; IS: índice de Staheli; TCE: test de caída del escafoides.

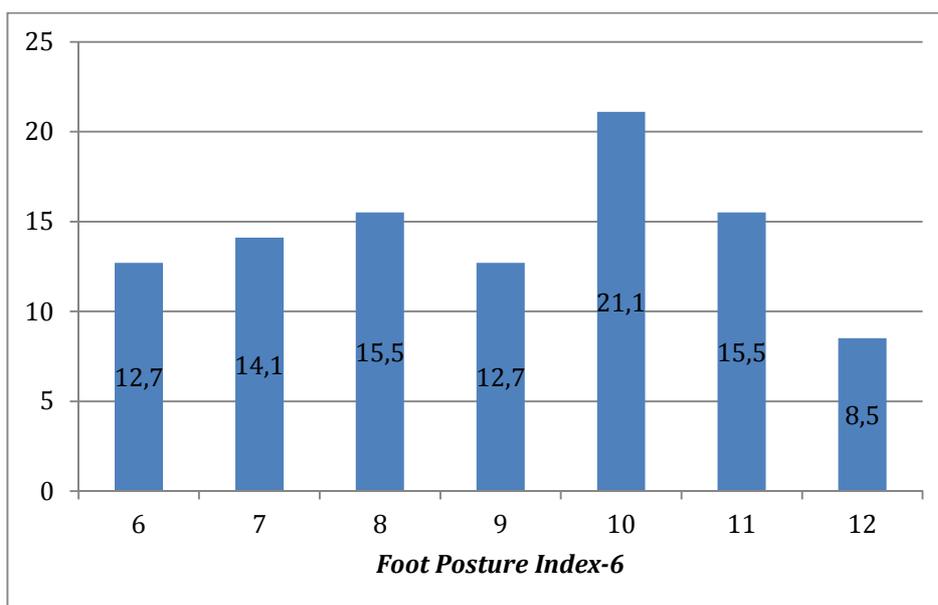


Figura 5. Frecuencia de las puntuaciones obtenidas en el *Foot Posture Index-6* en la muestra estudiada (n=71).

Fiabilidad

Se evaluó la fiabilidad intraobservador e interobservador en los primeros 20 sujetos, por medio de un estudio test-retest. El intervalo entre mediciones fue de 48 horas, realizando las mismas dos fisioterapeutas con experiencia en el uso de estas técnicas. Sujetos y evaluadores estuvieron cegados a los resultados.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó por medio del programa informático SPSS 20.0, considerándose significativos valores de $p < 0,05$. Se valoró la normalidad en la distribución de la muestra por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, empleándose la corrección de Lilliefors en los supuestos necesarios. En caso de normalidad, se usaron pruebas paramétricas. En el estudio descriptivo de las variables cuantitativas se utilizaron medias y desviaciones típicas, mientras que en el caso de las variables cualitativas se emplearon frecuencias y porcentajes.

La fiabilidad se evaluó por medio del coeficiente de correlación intraclass (CCI) e intervalos de confianza del 95% (IC 95%). Se ha realizado el CCI bajo un modelo alfa de 2 factores con efecto mixto y tipo de consistencia de acuerdo absoluto. La fiabilidad se interpretó de la siguiente forma: $< 0,30$, mala; $0,31$ a $0,50$, mediocre; $0,51$ a $0,70$, moderada; $0,71$ a $0,90$, buena y $> 0,91$ muy buena⁴¹. Además, también se calcularon el error estándar de medición (EEM) y el cambio mínimo detectable (CMD). La correlación entre los distintos parámetros se estudió por medio de los coeficientes de correlación de Pearson (r), interpretándose de la siguiente forma⁴²: $\leq 0,20$, muy débil; $0,21$ a $0,39$, débil; $0,40$ a $0,59$, moderada; $0,60$ a $0,79$, fuerte; $\geq 0,81$, muy fuerte. Tanto la fiabilidad como la correlación del FPI-6 se calculó empleando el modelo Rasch propuesto por Keenan et al⁴³, que permite el uso de pruebas paramétricas.

RESULTADOS

Fiabilidad

Todas las variables mostraron una distribución normal. Las Tablas 2 y 3 muestra los valores del CCI, IC 95%, EEM y CMD de los parámetros estudiados. En todos los casos el CCI presentó una $p < 0,01$. Tanto en la fiabilidad intraobservador como en la interobservador, los valores del CCI se sitúan por encima o próximos a 0,9. El EEM y el CMD presentaron valores bajos, demostrando un alto nivel de precisión.

| <i>Fiabilidad intraobservador</i> | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|-------|-------------|-------|-------|
| | | CCI | IC 95% | EEM | CMD |
| TCE | <i>Explorador 1</i> | 0,955 | 0,886-0,982 | 0,318 | 0,883 |
| | <i>Explorador 2</i> | 0,950 | 0,895-0,976 | 0,314 | 0,870 |
| AC | <i>Explorador 1</i> | 0,977 | 0,941-0,991 | 0,739 | 2,048 |
| | <i>Explorador 2</i> | 0,973 | 0,942-0,987 | 0,722 | 2 |
| IS | <i>Explorador 1</i> | 0,972 | 0,928-0,989 | 0,585 | 1,622 |
| | <i>Explorador 2</i> | 0,975 | 0,947-0,988 | 0,580 | 1,608 |
| ICS | <i>Explorador 1</i> | 0,959 | 0,897-0,984 | 1,002 | 2,778 |
| | <i>Explorador 2</i> | 0,946 | 0,888-0,975 | 1,043 | 2,890 |
| FPI-6 | <i>Explorador 1</i> | 0,951 | 0,876-0,981 | 0,601 | 0,849 |
| | <i>Explorador 2</i> | 0,946 | 0,886-0,974 | 0,322 | 0,892 |

Tabla 2. Coeficiente de correlación intraclase, intervalo de confianza del 95%, error estándar de medición y cambio mínimo detectable de todos los parámetros estudiados. $p < 0,01$ para todos los valores del coeficiente de correlación intraclase. AC: ángulo de Clarke; CCI: coeficiente de correlación intraclase; CMD: cambio mínimo detectable; EEM: error estándar de medición; FPI-6: *Foot Posture Index-6* (modelo Rasch); IC 95%: intervalo de confianza del 95%; ICS: índice de Chippaux-Smirnak; IS: índice de Staheli; TCE: test de caída del escafoides.

| | | <i>Fiabilidad interobservador</i> | | | |
|--------------|-----------------|-----------------------------------|-------------|-------|-------|
| | | CCI | IC 95% | EEM | CMD |
| TCE | <i>Tiempo 1</i> | 0,914 | 0,795-0,965 | 0,440 | 1,220 |
| | <i>Tiempo 2</i> | 0,919 | 0,836-0,960 | 0,442 | 1,226 |
| AC | <i>Tiempo 1</i> | 0,954 | 0,888-0,982 | 1,045 | 2,896 |
| | <i>Tiempo 2</i> | 0,947 | 0,891-0,976 | 1,011 | 2,803 |
| IS | <i>Tiempo 1</i> | 0,945 | 0,866-0,978 | 0,820 | 2,273 |
| | <i>Tiempo 2</i> | 0,951 | 0,899-0,982 | 0,812 | 2,251 |
| ICS | <i>Tiempo 1</i> | 0,921 | 0,813-0,968 | 1,391 | 3,857 |
| | <i>Tiempo 2</i> | 0,898 | 0,798-0,950 | 1,433 | 3,972 |
| FPI-6 | <i>Tiempo 1</i> | 0,897 | 0,795-0,950 | 0,871 | 1,231 |
| | <i>Tiempo 2</i> | 0,906 | 0,779-0,962 | 0,832 | 1,176 |

Tabla 3. Coeficiente de correlación intraclase, intervalo de confianza del 95%, error estándar de medición y cambio mínimo detectable de todos los parámetros estudiados. $p < 0.01$ para todos los valores del coeficiente de correlación intraclase. AC: ángulo de Clarke; CCI: coeficiente de correlación intraclase; CMD: cambio mínimo detectable; EEM: error estándar de medición; FPI-6: *Foot Posture Index-6* (modelo Rasch); IC 95%: intervalo de confianza del 95%; ICS: índice de Chippaux-Smirnak; IS: índice de Staheli; TCE: test de caída del escafoides.

Correlaciones

La Tabla 4 muestra el valor de la r de Pearson, así como el CI 95% en todas las correlaciones estudiadas. Se obtuvieron correlaciones significativas ($p < 0,01$) entre el TCE y todos los parámetros de la huella plantar (Figuras 6-8). Los valores absolutos de r se sitúan entre 0,722 y 0,788.

Metodología

| | AC | IS | ICS | TCE |
|--------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| IS | -0,901 (-0,937 / -0,845) | | | |
| ICS | -0,930 (-0,956/-0,890) | 0,931 (0,891/0,957) | | |
| TCE | -0,732 (-0,825/-0,601) | 0,788 (0,680/0,863) | 0,722 (0,588/0,818) | |
| FPI-6 | -0,686 (-0,793/-0,539) | 0,705 (0,565/0,806) | 0,657 (0,500/0,772) | 0,800 (0,697/0,871) |

Tabla 4. Coeficiente de correlación de Pearson e (intervalo de confianza del 95%) para todos los parámetros estudiados. $p < 0,01$ en todos los casos. AC: ángulo de Clarke; FPI-6: *Foot Posture Index-6*; ICS: índice de Chippaux-Smirnak; IS: índice de Staheli; TCE: test de caída del escafoides.

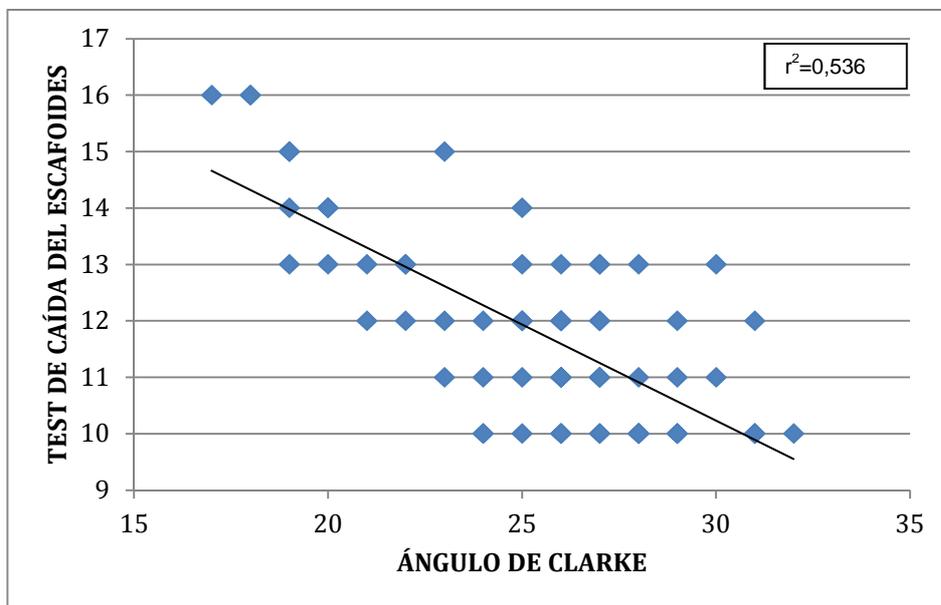


Figura 6. Correlación entre el test de caída del escafoides y el ángulo de Clarke. Se muestra el coeficiente de determinación (r^2).

Metodología

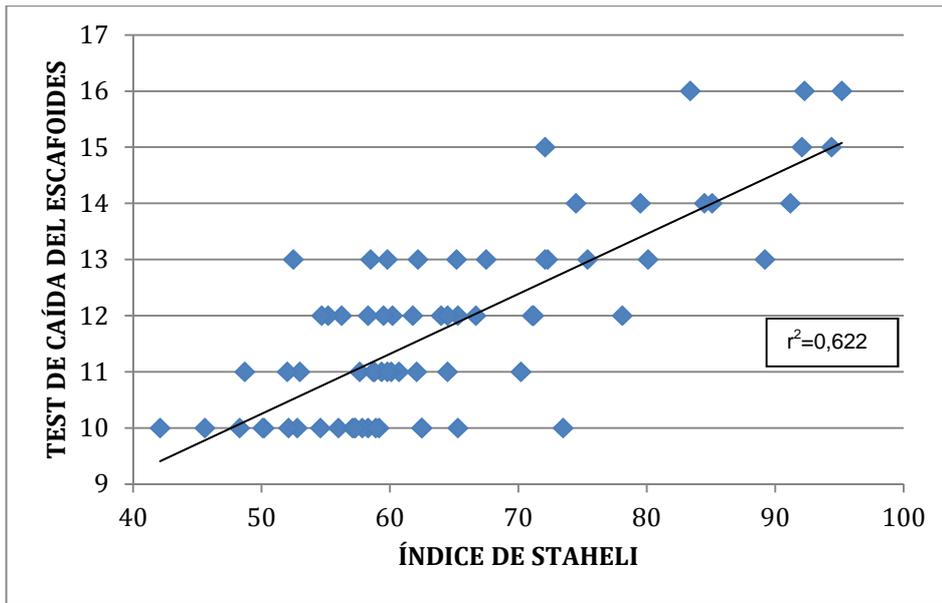


Figura 7. Correlación entre el test de caída del escafoides y el índice de Staheli. Se muestra el coeficiente de determinación (r^2).

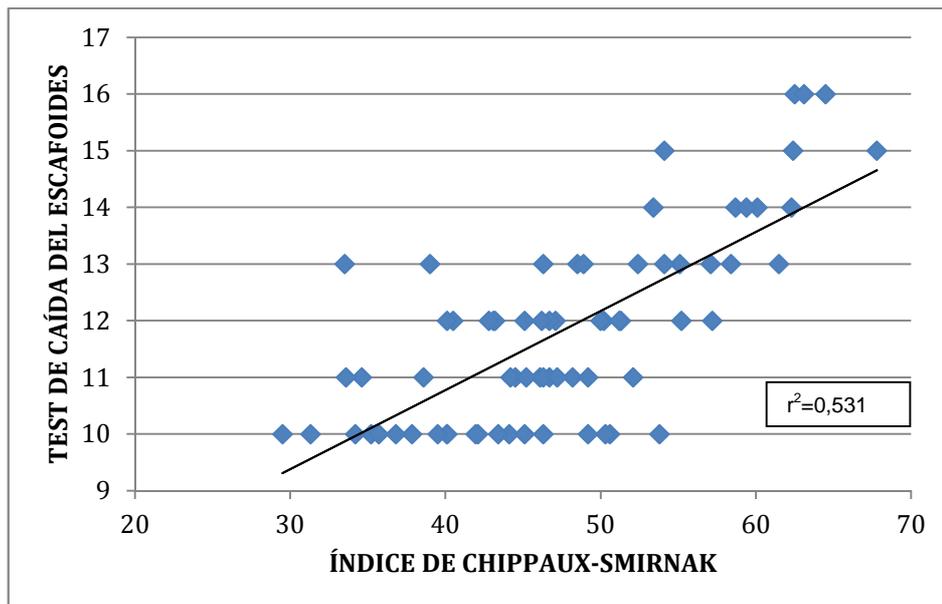


Figura 8. Correlación entre el test de caída del escafoides y el índice de Chippaux-Smirnak. Se muestra el coeficiente de determinación (r^2).

La correlación entre el TCE y el FPI-6 presentó un valor de 0,800 ($p<0,01$) (figura 9). Los parámetros de la huella plantar presentaron una correlación significativa ($p<0,01$) entre sí, con valores superiores a 0,9. Estos parámetros presentaron una correlación significativa ($p<0,01$) con respecto al FPI-6, siendo fuerte en todos los casos.

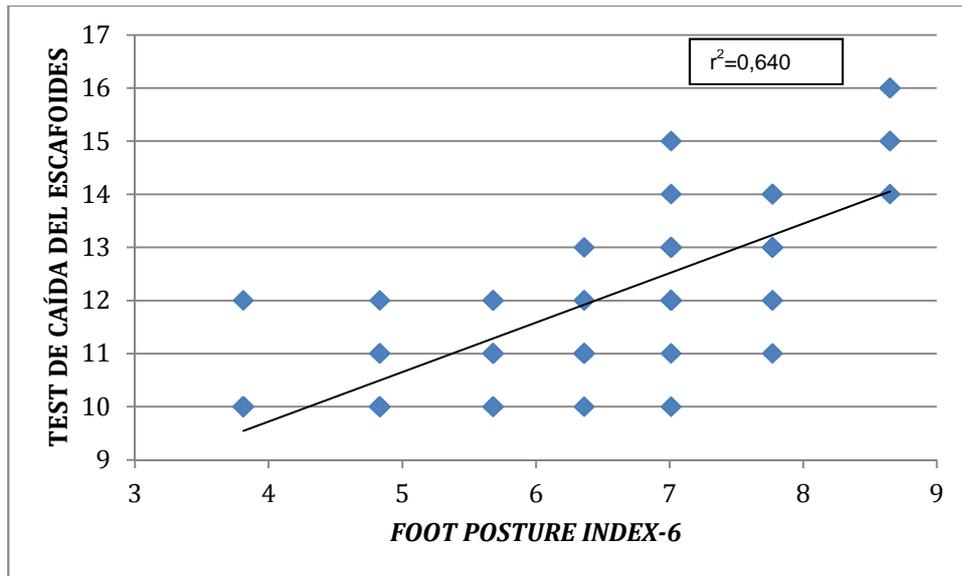


Figura 9. Correlación entre el test de caída del escafoides y el *Foot Posture Index-6*. Se muestra el coeficiente de determinación (r^2).

DISCUSIÓN

Fiabilidad

Según nuestro conocimiento, este es el primer estudio que evalúa la fiabilidad del TCE, los parámetros de la huella plantar y el FPI-6 en sujetos con el pie plano. La fiabilidad y el EEM son elementos importantes para evaluar la validez y la interpretación de cualquier medida⁴⁴. La fiabilidad, tanto intraobservador como interobservador, de todas las pruebas empleadas ha sido buena o muy buena, con valores del CCI próximos o superiores a 0,9. Esto demuestra que se trata métodos fiables que pueden ser utilizados en la práctica clínica.

El TCE mostró una fiabilidad, tanto intraobservador como interobservador, muy buena, con valores del CCI superiores a 0,9. Respecto a la fiabilidad intraobservador, el evaluador 1 presentó un CCI de 0,955, mientras que el mismo fue de 0,950 en el evaluador 2. Diversos estudios previos han mostrado una fiabilidad intraobservador buena o muy buena, tanto en sujetos sanos^{20,36,45}, como en sujetos con síndrome

femoropatelar^{20,44}, artritis reumatoide⁴⁶ y lesión del ligamento cruzado anterior⁴⁷. La fiabilidad interobservador obtenida en nuestro estudio también ha sido muy buena, aunque con valores del CCI inferiores a la fiabilidad intraobservador (0,914-0,919). En la literatura se han presentado resultados similares a los nuestros^{20,36,46}. Por último, los valores del EEM han sido inferiores a 0,5 milímetros en todos los casos; nuestros valores del EEM han sido menores que los obtenidos en otros estudios, tanto en sujetos sanos^{36,37,48-50} como en sujetos con lesión del ligamento cruzado anterior⁴⁷. Una posible explicación de este hecho puede ser el que en nuestro estudio solo se han incluido sujetos que presentan un descenso en la altura del ALI, algo que no se ha tenido en cuenta en los trabajos previos. Además, la fiabilidad del TCE está relacionada con el nivel de experiencia de los exploradores^{36,38}. En la presente investigación, ambos exploradores estaban entrenados en el manejo del TCE, no presentando dificultades ni en la localización de la tuberosidad del escafoides, ni a la hora de posicionar la ASA en posición neutra, que son los dos errores que más influyen en el resultado de esta prueba^{36,37}. Por lo tanto, según nuestros resultados, el TCE es un test que presenta una alta fiabilidad en sujetos con el pie plano.

En cuanto a la fiabilidad intraobservador e interobservador de los parámetros de la huella plantar estudiados, la misma fue buena o muy buena. El CCI presentó unos valores cercanos o superiores a 0,9 para todos los parámetros evaluados; así sólo se ha encontrado un CCI ligeramente inferior a 0,9 en el caso de la fiabilidad interobservador (tiempo 2) en el ICS (CCI=0,898). No se han encontrado estudios previos que hayan estudiado la fiabilidad de estos parámetros en sujetos con el ALI descendido, aunque sí estudios que han incluido todas las tipologías de pie^{2,51-53}. Estos trabajos previos obtuvieron una fiabilidad muy buena para el IS y el ICS^{2,51}, mientras que en el caso del AC fue buena o muy buena, aunque en algunos casos el CCI presentó valores próximos a 0,6^{2,51-53}. Estos resultados pueden estar relacionados

con las variaciones en la identificación de las referencias en las pedigrafías⁵¹. Respecto a los valores del EEM, los mismos fueron bajos, siendo el ICS el que presentó los valores más altos, tanto intraobservador como interobservador. Aquí no se ha podido realizar ninguna comparativa, ya que no se han encontrado trabajos previos que estudiaran estos valores en los parámetros de la huella plantar.

Por último, el FPI-6 también presentó valores del CCI próximos o superiores a 0,9, excepto en la fiabilidad interobservador (tiempo 1), que fue de 0,897. Se puede afirmar, por lo tanto, que en el presente estudio la fiabilidad, tanto intraobservador como interobservador, del FPI-6 ha sido muy buena. Otros autores han reportado un nivel de fiabilidad intraobservador que se sitúa entre moderada y muy buena^{30,38,50,54-56} en sujetos no lesionados, y un nivel de fiabilidad interobservador bueno en sujetos con síndrome de dolor femoropatelar²⁰. En nuestro estudio, el EEM intraobservador fue menor a 0,7, mientras que los valores del EEM interobservador fueron inferiores a 0,9. Evans et al⁵⁰ presentaron mayores valores en el EEM, aunque en su caso emplearon el FPI-8. Debido a que esta prueba incluye 8 ítems y la empleada en el presente estudio 6, no se puede realizar una comparación entre los datos obtenidos.

Correlaciones

Respecto al objetivo principal del estudio, las correlaciones entre el TCE, los parámetros de la huella plantar y el FPI-6 han sido significativos ($p < 0,01$). Así, la correlación entre el TCE y los parámetros de la huella plantar presentó valores absolutos de r superiores a 0,7, siendo la correlación fuerte en todos los casos.

No se han encontrado estudios previos que hayan estudiado la correlación entre el TCE y los parámetros de la huella plantar. Sin embargo, sí que se ha estudiado

anteriormente la correlación entre otras pruebas clínicas y parámetros obtenidos mediante pedigrafías. De este modo, la correlación entre la medición de la altura del escafoides y el AC se sitúa entre débil⁵² y moderada^{2,57}. La correlación entre la medición de la altura del escafoides y el ICS es moderada^{2,57}, mientras que entre la altura del escafoides y el IS se encuentra entre débil⁵⁷ y moderada². Estas diferencias entre nuestros resultados y los presentados por otros trabajos pueden deberse a varias razones. Así, en nuestro estudio solo se han incluido sujetos con el pie plano, mientras que en los anteriores estudios^{2,52,57} se incluyeron sujetos que presentaban todas las tipologías de pie. Además, nosotros no hemos incluido sujetos con un IMC>30, mientras que esto no fue un criterio de exclusión en las otras investigaciones. Así, no se decidió incluir a sujetos con un IMC>30 porque la composición corporal y el IMC pueden influir en la interpretación de las pedigrafías⁵⁸⁻⁶⁰. Conviene destacar que la correlación aumenta cuando se utiliza la medición del altura del escafoides normalizada ($r=0,619-0,645$)². Este dato se obtiene dividiendo la altura del escafoides entre la longitud total del pie⁶¹. En caso de utilizar esta medida, la correlación se sitúa en niveles similares a los nuestros.

Previamente solo se ha estudiado la correlación entre el TCE y un parámetro de la huella plantar: el IA. Billis et al³³ obtuvieron, en 26 sujetos, un nivel de correlación débil, tanto para el IA medido en apoyo monopodal ($r=0,32$) como para el IA en posición bípeda ($r=0,317$), mientras que Nakhaee et al³⁴ presentan una correlación moderada, tanto en estático ($r=0,44$) como en dinámico ($r=0,570$) en corredores. La correlación obtenida en nuestro estudio ha sido mayor para los tres parámetros de la pedigrafía. Esto puede estar relacionado con diversos hechos: el primero es que en el presente estudio se incluyeron solo sujetos que presentaban un descenso en la altura del ALI, mientras que en los otros dos trabajos anteriores no se estableció este criterio de inclusión. Además, el IA está influido por los tejidos blandos de la planta del pie³³ y

por la composición grasa del cuerpo⁵⁸. Es por ello que en nuestro estudio se excluyeron aquellos sujetos con un IMC>30, mientras que en los otros estudios no se especifica nada al respecto. Por último, en nuestro estudio se han utilizado parámetros de la huella plantar que dependen de la anchura del pie, y no del área de contacto, tal y como ocurre con el IA. Así, Billis et al³³ también estudiaron la correlación entre el TCE y el índice del valgo maleolar, obteniendo una correlación fuerte ($r=0,613-0,657$). Hay que tener en cuenta que el índice del valgo maleolar, igual que el AC, el IS y el ICS, no depende de este área, lo que puede minimizar los errores en su interpretación.

El TCE y el FPI-6 presentaron un nivel de correlación fuerte en nuestro estudio ($r=0,800$). No se han encontrado trabajos previos que hayan evaluado esta correlación en sujetos con el pie plano. Sin embargo, Menz y Munteanu⁶¹ estudiaron la correlación entre diversas pruebas, incluyendo el FPI-8, la medición de la altura del escafoides y la altura del escafoides normalizada en ancianos. La correlación obtenida fue buena, con valores absolutos de la r de Pearson que se sitúan entre 0,722 y 0,735. Se trata, por lo tanto, de niveles de correlación similares a los aquí presentados.

Respecto a la correlación entre el FPI-6 y los parámetros de la huella plantar, también fue fuerte ($r=|0,657-0,705|$). Tampoco se han encontrado estudios similares al nuestro en la literatura. Así, los pocos estudios que han valorado la correlación entre el FPI y los parámetros de la huella plantar han utilizado el FPI-8, obteniéndose niveles de correlación que van de moderada a buena. Así, Redmond et al²⁹ compararon el FPI-8 con el índice del valgo maleolar, obteniendo una r de 0,768; de este modo, los autores señalan que el FPI-8 predice un 59% de la varianza del índice del valgo maleolar. Menz y Munteanu⁶¹, en un estudio realizado en ancianos, encontraron una correlación moderada ($r=0,424$) entre estos dos parámetros.

La evaluación de la altura del ALI y de la posición del pie debe incluirse en la exploración empleada en la práctica clínica. Ambas se relacionan con la presencia de lesiones en la extremidad inferior^{1,18-24}, dolor lumbar^{25,62} y cambios en la movilidad del pie⁶³. Según nuestro conocimiento, este es el primer estudio en evaluar la relación entre el TCE, diversos parámetros de la huella plantar y el FPI-6 en sujetos con el ALI bajo. Se observa que el TCE presenta una correlación fuerte con los parámetros de la huella plantar, así como con el FPI-6. El TCE presenta menos desventajas que los parámetros de la huella plantar obtenidos mediante sistemas digitales, ya que es un método barato para estudiar la altura del ALI. Las plataformas de presión son caras y pocos clínicos pueden emplearlas en su práctica habitual. Una alternativa a las mismas podrían ser las pedigráficas en tinta, pero estas presentan algunas desventajas, que incluyen la inexactitud de las mediciones y la dificultad en su interpretación²⁸. Además, los parámetros de la huella plantar están condicionados por la composición de grasa corporal^{58,59} y los tejidos blandos³³, mientras que esto no influye en las medidas que evalúan la altura del escafoides⁶⁴ ni en la propia estructura ósea del ALI⁵⁹. El FPI-6 se utiliza de forma común para cuantificar la postura del pie²⁹, presentando una correlación significativa con radiografías⁶¹, así como una buena validez interna⁴³. El FPI estudia la posición del pie utilizando seis u ocho ítems, mientras que el TCE solo emplea dos mediciones; es, por lo tanto, un método más rápido de ejecutar. Además, el TCE presenta una buena correlación con radiografías⁶⁵. El TCE es un método sencillo, rápido de ejecutar y económico para evaluar la altura del ALI.

Limitaciones

Una limitación del presente estudio es que no se han utilizado medidas radiológicas, las cuales también se utilizan para la evaluación de la altura del ALI^{27,31}. En un futuro estudio se debería estudiar la correlación entre los parámetros radiológicos y las

pruebas utilizadas en el presente trabajo en sujetos con el ALI bajo. Además, en nuestro estudio solo se han incluido sujetos adultos con el pie plano, de modo que los resultados no pueden generalizarse a sujetos con el pie cavo o normal, ni con otras edades.

CONCLUSIONES

En los sujetos que presentan una altura disminuida del ALI, el TCE mostró una correlación significativa con los parámetros de la huella plantar, siendo la misma fuerte para todos los parámetros. El FPI-6 también mostró una correlación fuerte con el resto de mediciones. Todos los parámetros estudiados mostraron una fiabilidad, tanto intraobservador como interobservador, buena o muy buena. El TCE es un método sencillo, económico, rápido en su realización y fiable para estudiar la altura del ALI en sujetos con el pie plano, presentando una correlación fuerte tanto con el AC, el IS y el ICS como con el FPI-6.

BIBLIOGRAFÍA

1. Menz HB, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Hannan MT. Association of planus foot posture and pronated foot function with foot pain: the Framingham foot study. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2013;65:1991-9.
2. Queen RB, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA 2nd. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. *Foot Ank Int*. 2007;28:456-62.
3. Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther*.2000;80:864-71.
4. Jonely H, Brismée JM, Sizer PS Jr, James Cr. Relationships between clinical measures of static foot posture and plantar pressure during static standing and walking. *Clin Biomech*. 2011;26:873-9.
5. Cote KP, Brunett ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Ath Train*. 2005;40:41-6.
6. Subotnick SI. The biomechanics of running: implications for the prevention of foot injuries. *Sports Med*.1985;2:144-53.
7. Donatelli R. Normal biomechanics of the foot and ankle. *Orthop Sports Phys Ther*. 1985;7:91-5.
8. Nguyen AD, Shultz SJ. Identifying relationships among lower extremity alignment characteristics. *J Athl Train*. 2009;44:511-8.
9. Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1987;9:160-5.
10. Shultz SJ, Nguyen AD, Levine BJ. The relationship between lower extremity alignment characteristics and anterior knee joint laxity. *Sports Health*. 2009;1:54-60.

11. Shultz SJ, Dudley WN, Kong Y. Identifying multiplanar knee laxity profiles and associated physical characteristics. *J Athl Train.* 2012;47:159-69.
12. Pinto RZ, Souza TR, Trede RG, Kirkwood RN, Figueiredo EM, Fonseca ST. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Man Ther.* 2008;13:513-9.
13. Chuter V, Spink M, Searle A, Ho A. The effectiveness of shoe insoles for the prevention and treatment of low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:140.
14. Denyer JR, Hewitt NL, Mitchell AC. Foot structure and muscle reaction time to a simulated ankle sprain. *J Athl Train.* 2013;48:326-30.
15. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *J Foot Ankle Res.* 2009;2:35.
16. Snook AG. The relationship between excessive pronation as measured by navicular drop and isokinetic strength of the ankle musculature. *Foot Ankle Int.* 2001;22:234-40.
17. Telfer S, Abbott M, Steultjens M, Rafferty D, Woodburn J. Dose–response effects of customised foot orthoses on lower limb muscle activity and plantar pressures in pronated foot type. *Gait Posture.* 2013; 38:443-9.
18. Moen MH, Bongers T, Bakker EW, Zimmermann WO, Weir A, Tol JL, Backx FJ. Risk factors and prognostic indicators for medial tibial stress syndrome. *Scand J Med Sci.* 2012;22:34-9.
19. Newman P, Witchalls J, Waddington G, Adams R. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med.* 2013;4:229-41.

20. Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB. Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:286-96.
21. Mølgaard C, Rathleff MS, Simonsen O. Patellofemoral pain syndrome and its association with hip, ankle, and foot function in 16- to 18-year-old high school students: a single-blind case-control study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2011;101:215-22.
22. Reilly K, Barker K, Shamley D, Newman M, Oskrochi GR, Sandall S. The role of foot and ankle assessment of patients with lower limb osteoarthritis. *Physiotherapy.* 2009;95:164-9.
23. Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24:91-7.
24. Hertel J, Dorfman JH, Braham RA. Lower extremity malalignments and anterior cruciate ligament injury history. *J Sports Sci Med.* 2004;3:220-5.
25. Brantingham JW, Lee Gilbert J, Shaik J, Globe G. Sagittal plane blockage of the foot, ankle and hallux and foot alignment-prevalence and association with low back pain. *J Chiropr Med.* 2006;5:123-7.
26. Cowan DN, Robinson JR, Jones BH, Polly DW Jr, Berrey BH. Consistency of visual assessments of arch of arch height among clinicians. *Foot Ankle Int.* 1994;15:213-7.
27. Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture.* 2002;15:282-91.
28. Urry SR, Wearing SC. A comparison of footprint indexes calculated from ink and electronic footprints. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2001;91:203-9.

29. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA: Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clin Biomech* 2006, 21:89-98.
30. Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *J Foot Ankle Res.* 2009;2:26.
31. Xiong S, Goonetilleke RS, Witana CP, Weerasinghe TW, Au EY. Foot arch characterization: a review, a new metric, and a comparison. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2010;100:14-24.
32. Brody D. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am.* 1982;13:542-58.
33. Billis E, Katsakori E, Kapodistrias C, Kapreli E. Assessment of foot posture: Correlation between different clinical techniques. *The Foot.* 2007;17:65-72.
34. Nakhaee Z, Rahimi A, Abaee M, Rezasoltani A, Kalantari KK. The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. *Foot.* 2008;18:84-90.
35. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *J Athl Train.* 1998;33:319-22.
36. Shultz SJ, Nguyen AD, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynnon BD. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies. *Clin J Sport Med.* 2006;16:155-61.
37. Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;18:553-8.

38. Levinger P, Menz HB, Fottohabadi MR, Feller JA, Bartlett JR, Bergman NR. Foot posture in people with medial compartment knee osteoarthritis. *J Foot Ank Res.* 2010;3:29.
39. Vinicombe A, Raspovic A, Menz HB. Reliability of navicular displacement measurement as a clinical indicator of foot posture. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2001;91:262-8.
40. Forriol F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle.* 1990;11:101-4.
41. Pita Fernández S, Pértega Díaz S, Rodríguez Maseda E. La fiabilidad en las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para las variables numéricas. *Cad Aten Primaria.* 2003; 10:290-6.
42. Evans JD. *Straightforward Statistics for the Behavioral Sciences.* California: Brooks/Cole Publishing; Pacific Grove; 1996.
43. Keenan AM, Redmond AC, Horton M, Conaghan PG, Tennant A. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:88-93.
44. Piva SR, Fitzgerald K, Irrgang JJ, Jones S, Hando BR, Browder DA, Childs JD. Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:33.
45. Mueller MU, Host JV, Norton BJ. Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1993;83:198-202.
46. Shrader JA, Popovich JM Jr, Gracey GC, Danoff JV. Navicular drop measurement in people with rheumatoid arthritis: interrater and intrarater reliability. *Phys Ther.* 2005;85:656-64.

47. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train*. 2000;35:403-6.
48. van der Worp MP, de Wijer A, Staal JB, Nijhuis-van der Sanden MW. Reproducibility of and sex differences in common orthopaedic ankle and foot tests in runners. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15:171.
49. Sell KE, Verity TM, Worrel TW, Pease BJ, Wigglesworth J. Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;19:162-7.
50. Evans AM, Copper AW, Scharbillig RW, Scutter SD, Williams MT. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2003;93:203-13.
51. Papuga MO, Burke R. The reliability of the associate platinum digital foot scanner in measuring previously developed footprint characteristics: a technical note. *J Manipulative Physiol Ther*. 2011;34:114-8.
52. Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle*. 1992;13:22-6.
53. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Can static plantar pressures of prepubertal children be predicted by inked footprints? *J Am Podiatr Med Assoc*. 2004;94:429-33.
54. Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res*. 2012;5:1.
55. Cornwall MW, McPoil TG, Lebec M, Vicenzino B, Wilson J. Reliability of the modified foot posture index. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2008;98:7-13.

56. Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport*. 2007;10:311-9.
57. Shiang TY, Lee SH, Lee SJ, Chu WC. Evaluating different footprint parameters as a predictor of arch height. *IEEE Eng Med Biol Mag*. 1998;17:62-6.
58. Wearing SC, Hills AP, Byrne NM, Henning EM, McDonald M. The arch index: a measure of flat or fat feet? *Foot Ankle Int*. 2004;25:575-81.
59. Wearing SC, Grigg NL, Lau HC, Smeathers JE. Footprint-based estimates of arch structure are confounded by body composition in adults *J Orthop Res*. 2012;30:1351-4.
60. Aurichio TR, Rebelatto JR, de Castro AP. The relationship between the body mass index (BMI) and foot posture in elderly people. *Arch Gerontol Geriatr*. 2011;52:e89-92.
61. Menz HB, Munteanu SE. Validity of 3 clinical techniques for the measurement of static foot posture in older people. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2005;35:479-86.
62. Menz HB, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Hannan MT. Foot posture, foot function and low back pain: the Framingham Foot Study. *Rheumatology (Oxford)*. 2013;52:2275-82.
63. Cornwall MW, McPoil TG. Relationship between static foot posture and foot mobility. *J Foot Ankle Res*. 2011;18;4:4.
64. Gilmour JC, Burns Y. The measurement of the medial longitudinal arch in children. *Foot Ankle Int*. 2001. 22:493-8.
65. Hannigan-Dowins KS, Harter RA, Smith GA. Radiographic validation and reliability of selected clinical measures of pronation. *J Athl Train*. 2000;35:12-30.

ESTUDIO 3: PREVALENCIA DE PUNTOS GATILLO LATENTES EN LA MUSCULATURA DE LA EXTREMIDAD INFERIOR

RESUMEN

Introducción

Los puntos gatillo miofasciales son responsables de disfunciones sensitivas y motoras. De hecho, los puntos gatillo latentes están presentes tanto en sujetos lesionados como en individuos sanos. El objetivo principal de este estudio ha sido evaluar la prevalencia de los puntos gatillos latentes en diversos músculos de las extremidades inferiores en sujetos sin lesión. Secundariamente se ha estudiado la relación entre la prevalencia de los mismos y el sexo y dominancia. También se ha evaluado la fiabilidad intraobservador de los criterios diagnósticos utilizados para su identificación.

Material y métodos

Se ha realizado un estudio de prevalencia en una muestra de 206 individuos sanos (113 mujeres y 93 hombres; edad media=23,187±5,277 años).

Se evaluó la prevalencia de los puntos gatillo latentes localizados en los siguientes músculos: gastrocnemios, sóleo, peroneo lateral largo, peroneo lateral corto, tibial anterior, extensor común de los dedos, flexor común de los dedos, recto femoral, vasto medial y vasto lateral. Para su diagnóstico se emplearon los criterios propuestos por Simons et al. Además, se confirmó su presencia por medio del umbral de dolor a la presión medido mediante algometría.

Resultados

Ciento treinta y seis sujetos (77,670%) presentaron uno o más puntos gatillo latentes en la musculatura estudiada ($7,484 \pm 7,648$). La prevalencia de cada uno de los puntos gatillo latente se situó entre el 19,903% y el 37,379%, siendo los más prevalentes los localizados en los gastrocnemios. Las mujeres presentaron un mayor número de puntos gatillo latentes ($9,601 \pm 7,814$) que los hombres ($4,881 \pm 6,596$) ($p < 0,01$). Sin embargo, no se encontró que la dominancia de la extremidad inferior influyera ni en el número total de puntos gatillo latentes ni en la prevalencia específica de cada uno de ellos ($p < 0,05$).

Los criterios diagnósticos más prevalentes fueron la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable (97,561%-100%), mientras que la respuesta de espasmo local (0%-3,509%) fue el menos presente. La fiabilidad intraobservador fue muy buena o buena para la presencia de banda tensa, el foco hiperirritable y el dolor referido.

Conclusiones

Los puntos gatillo latentes son prevalentes en la musculatura de la extremidad inferior en sujetos sanos. Las mujeres presentan un mayor número de los mismos que los hombres. No se han encontrado diferencias significativas en la prevalencia entre extremidad dominante y no dominante. La presencia de la banda tensa y el foco hiperirritable son los criterios diagnósticos más prevalentes y fiables.

PALABRAS CLAVE

Diagnóstico; Extremidad inferior; Prevalencia; Punto gatillo miofascial.

STUDY 3: THE PREVALENCE OF LATENT TRIGGER POINTS IN LOWER LIMB MUSCLES

ABSTRACT

Background

Myofascial trigger points produce motor and sensitive dysfunctions. In fact, latent trigger points are presented both in injured and non-injured subjects. The principal aim was to evaluate the prevalence of LTrPs in several lower limb muscles in non-injured subjects. Secondary aims were to evaluate the relationship between LTrPs prevalence and gender and dominance. The intra-rater reliability for the diagnosis of LTrPs has also been studied.

Methods

A cross-sectional study was carried out in 206 non-injured subjects (113 women and 93 men; age=23.187±5.277 years). The prevalence of the latent trigger points located in the gastrocnemius, soleus, peroneus longus, peroneus brevis, tibialis anterior, extensor digitorum longus, flexor digitorum longus, rectus femoris, vastus medialis and the vastus lateralis was studied, using diagnosis criteria recommended by Travell and Simons. Pressure pain threshold was also evaluated.

Results

One hundred and sixty subjects (77.670%) presented at least one of the latent trigger points in the lower limb muscles evaluated (7.484±7.648). The prevalence in each specific latent trigger point ranged from 19.903% to 37.379%, being the gastrocnemius

latent trigger point the most prevalent. Women had more latent trigger points (9.601 ± 7.814) than men (4.881 ± 6.596) ($p < 0.01$). No statistical differences were found between the dominant and non-dominant sides and the prevalence of total and specific latent trigger points.

The most prevalent diagnosis criteria were the presence of a taut band and a spot tender (97.561%-100%). The local twitch response was the least (0%-3.509%). Intra-rater reliability was good or very good for all the taut band, spot tenderness and referred pain.

Conclusions

Latent trigger points were prevalent in the lower limb muscles of non-injured subjects. Women have more LTrPs than men. No differences in latent trigger point prevalence were found between sides. The presence of the taut band and the spot tender were the most prevalent and reliable diagnosis criteria.

KEY WORDS

Diagnosis; Lower limb; Prevalence; Myofascial trigger point.

INTRODUCCIÓN

Un punto gatillo miofascial (PGM) es un foco hiperirritable localizado en una banda tensa de tejido muscular, que produce dolor local y referido; el mismo es doloroso a la compresión, al estiramiento y a la sobrecarga del músculo¹. Los PGMs pueden clasificarse en activos (PGA) o latentes (PGL)¹. El PGA produce dolor espontáneo, tanto local como referido, disfunción motora (que incluye debilidad muscular, disminución de la tolerancia al esfuerzo y pérdida de coordinación), fenómenos autónomos (como actividad pilomotora, sudoración anormal o lagrimeo persistente) y, cuando son correctamente estimulados, respuesta de espasmo local (REL)². Los PGAs presentan actividad eléctrica espontánea³, así como sustancias pro-inflamatorias y sensibilizantes⁴. Además se trata de entidades que se encuentran en patologías que cursan con dolor (29%-92%)^{5,7-9}.

Los PGLs no causan dolor espontáneo; sin embargo, tanto el dolor como otros síntomas pueden ser inducidos por medio de su estimulación, tanto manual como mediante aguja^{1,10}. Según Simons et al¹, los PGLs son una fuente potencial de disfunción sensorio-motora, pudiendo causar alteraciones musculares y convertirse fácilmente en PGAs si las causas que los producen no son tratadas^{1,11}. Los PGLs son visibles por medio de ecografía¹², presentando alteraciones bioquímicas^{13,14} así como actividad eléctrica espontánea^{3,15,16}. También afectan a la inervación recíproca¹⁶, facilitan la aparición de calambres musculares¹⁷ y producen cambios en la actividad muscular¹⁸. Lucas et al¹⁸ demostraron que la presencia de PGLs en la musculatura del hombro produce cambios en los patrones de activación de dichos músculos, disminuyendo la eficacia del movimiento. La presencia de PGLs también produce una disminución en el rango de movilidad articular (RMA)¹³. Así, se ha demostrado que el tratamiento de dichos PGLs produce un aumento del RMA en diversas articulaciones, incluidas el tobillo¹⁹ y la rodilla²⁰.

Metodología

Los PGLs son frecuentes en sujetos con dolor musculoesquelético y patologías¹³. Son varios los estudios que han demostrado su presencia en individuos con epicondilalgia lateral⁸, dolor de hombro⁷, dolor postmeniscectomía²¹, dolor femoropatelar²², disfunción en el tríceps sural²³, artrosis de rodilla⁹, lumbalgia no específica²⁴, cefaleas crónicas tensionales²⁵ o cervicalgia²⁶. Además, los PGLs también están presentes en sujetos sanos. Sola et al²⁷ estudiaron, en 200 sujetos sin lesión, la presencia de PGLs en diversos músculos del hombro, encontrando uno o más PGLs en el 49,5% de la muestra estudiada. Lucas et al⁵, en 2008, evaluaron la prevalencia de PGLs en la musculatura escapular en 154 sujetos sanos y observaron que cerca del 90% de los mismos presentaban al menos un PGL. Respecto a las extremidades inferiores, Grieve et al²⁸, en 2013, encontraron una prevalencia de PGLs en los gastrocnemios y sóleo que se sitúa entre el 13% y el 30%. Aunque los PGLs son considerados como una lesión menor, pueden afectar a los patrones de activación muscular¹⁸, al RMA^{12,13}, convirtiéndose fácilmente en PGAs si no se soluciona su causa¹; por eso se hace necesario estudiar su prevalencia en la musculatura de la extremidad inferior en sujetos sin lesión.

El objetivo principal de este estudio ha sido evaluar la prevalencia de los PGLs en diversos músculos de la extremidad inferior en sujetos sanos. Secundariamente, también se ha estudiado la relación entre la prevalencia de PGLs y el sexo y la dominancia, así como la fiabilidad intraobservador del diagnóstico y criterios diagnósticos específicos.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Muestra

Se ha realizado un estudio observacional para estudiar la prevalencia de PGLs en diversos músculos de la extremidad inferior en sujetos sin lesión. Para ello se reclutaron individuos voluntarios, los cuales fueron informados de los objetivos y procedimientos del estudio, cumplimentando un consentimiento informado antes de ser incluidos en el mismo (anexo 5). El trabajo siguió los principios de la Declaración de Helsinki de 1975, siendo aprobado por el Comité de Ética de la Universidad CEU-San Pablo.

Todos los individuos que presentaron cirugías previas en la extremidad inferior, lesiones agudas, deformidades, reducción del RMA normal de la misma, presencia de dolor o enfermedades sistémicas o neurológicas que afecten a la percepción, fueron excluidos. En cada uno de los sujetos se recogieron las variables sociodemográficas, incluyendo, edad, sexo, altura, peso e índice de masa corporal, así como la pierna dominante, a través del test de golpeo de pelota²⁹ (anexo 6).

Procedimiento

Los PGLs fueron diagnosticados por un fisioterapeuta con 15 años de experiencia en el manejo del síndrome del dolor miofascial, utilizándose las localizaciones y procedimientos propuestos por Simons et al³⁰. Se identificaron PGLs en los siguientes músculos: gastrocnemio (PGL1 y PGL2), sóleo (PGL1), peroneo lateral largo (PLL), peroneo lateral corto (PLC), tibial anterior (TA), extensor común de los dedos (ECD), flexor común de los dedos (FCD), recto femoral (RF), vasto medial (VM) (PGL1 y PGL2) y vasto lateral (VL) (PGL1 y PGL2) del cuádriceps. Para la exploración de los PGLs del cuádriceps los individuos se posicionaron en decúbito supino y con la

Metodología

extremidad inferior en una abducción moderada, empleándose palpación plana. Para el RF y el VL, la rodilla se posicionó en extensión, mientras que para el VM la rodilla se colocó en una flexión de 90°. Para la exploración de los PGLs del gastrocnemio, del sóleo y del FCD, el sujeto se colocó en decúbito lateral, con la rodilla flexionada. Para evaluar las cabezas del gastrocnemio se utilizó una palpación en pinza, mientras que para explorar el FCD y el sóleo se utilizó una palpación plana. El examen del TA, el ECD, el PLL y el PLC, se realizó con el sujeto en decúbito supino y la rodilla en extensión, utilizándose una palpación plana (Figura 1). Se examinó a los sujetos de forma bilateral, aleatorizándose el orden de la exploración en cada individuo. De cara al diagnóstico de los PGLs, se emplearon los criterios propuestos por Simons et al¹:

- Presencia de banda tensa en tejido muscular.
- Presencia de foco hiperirritable.
- Dolor referido del PGL en respuesta a la compresión.
- Signo del salto.
- REL provocada por la palpación súbita de la banda tensa.

Se consideró que existía un PGL cuando se presentaban dos o más criterios^{28,31}.



Figura 1. Identificación del PGL en el extensor común de los dedos.

Metodología

Además, a fin de confirmar la presencia de los PGLs, se utilizó el umbral de dolor a la presión (UDP), en los focos potenciales de PGLs. Para ello, se empleó un algómetro analógico (Wagner Instruments, USA) (figura 2). El UDP se define como *la presión mínima para producir dolor y molestia*³². Se realizaron tres mediciones, con treinta segundo de reposo entre cada una de ellas, en los lugares potenciales de presencia de PGLs, empleándose la media para el cálculo del UDP⁵.

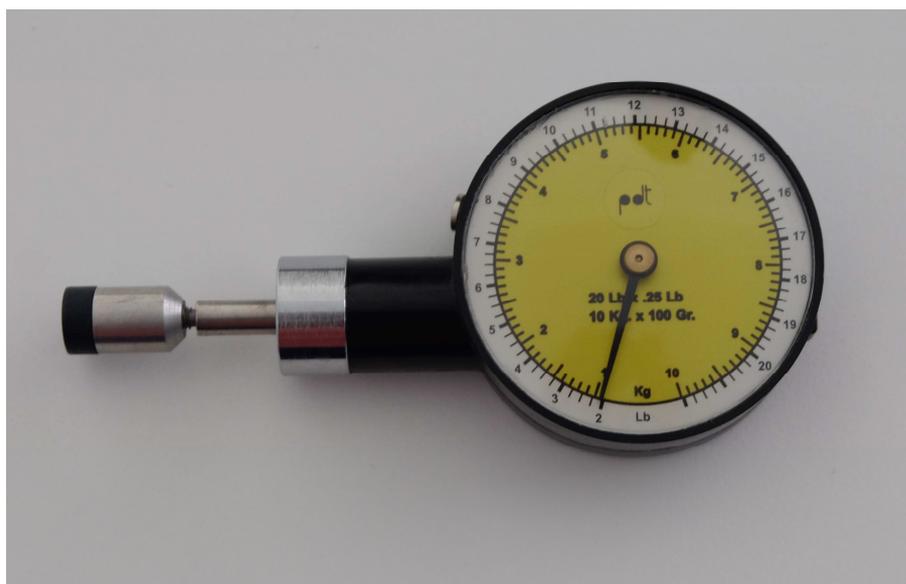


Figura 2. Algómetro analógico utilizado para la recogida del umbral del dolor a la presión.

Cálculo del tamaño muestral

De cara al cálculo del tamaño muestral se empleó el programa informático ENE 3.0, utilizándose la prevalencia media obtenida en los 30 primeros sujetos (17 mujeres y 13 hombres; edad media=23,102±4,264 años), la cual fue de un 26%, con un nivel de precisión del 6% y nivel de confianza del 95%. El tamaño muestral obtenido fue de 206 sujetos, siendo 113 mujeres (54,854%) y 93 hombres (45,146%). La Tabla 1 muestra las variables sociodemográficas de la muestra estudiada.

Metodología

| | Media | Desviación típica |
|---------------|--------|-------------------|
| Edad | 23,187 | 5,227 |
| Altura | 1,690 | 0,100 |
| Peso | 69,399 | 12,195 |
| IMC | 24,142 | 2,301 |

Tabla 1. Variables sociodemográficas de la muestra estudiada (n=206). IMC: índice de masa corporal

Fiabilidad

También se utilizó este estudio piloto interno para el estudio de la fiabilidad intraobservador de los procedimientos empleados en el estudio principal. La fiabilidad se evaluó por medio de un estudio test-retest, con un periodo de 48 horas entre cada examen, encontrándose los sujetos y el examinador cegados a los resultados.

Análisis estadístico

El mismo se realizó por medio del programa informático SPSS (20.0), con un nivel de confianza del 95%. Se evaluó la normalidad en la distribución de la muestra por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, empleándose la corrección de Lilliefors cuando fue necesario. En el caso de que la distribución fuese normal, se emplearon pruebas estadísticas paramétricas.

El análisis descriptivo se realizó utilizando medias y desviaciones típicas para las variables cuantitativas, y frecuencias y porcentajes para las cualitativas. La fiabilidad intraobservador para el diagnóstico de PGLs se realizó por medio de la kappa de Cohen para las variables cualitativas y el coeficiente de correlación intraclass (CCI) y los intervalos de confianza del 95% (IC 95%) para las variables cuantitativas. Se ha

realizado el CCI bajo un modelo alfa de 2 factores con efecto mixto y tipo de consistencia de acuerdo absoluto. La interpretación de la kappa de Cohen se realizó de la siguiente forma: <0,20, pobre; 0,21 a 0,40, débil; 0,41 a 0,60, moderada; 0,61 a 0,80, buena; 0,81 a 1, muy buena³³. El CCI se interpretó: <0,30, mala; 0,31 a 0,50, mediocre; 0,51 a 0,70, moderada; 0,71 a 0,90, buena y >0,91 muy buena³⁴.

La comparación de las diferencias en el número total de PGLs entre hombres y mujeres y extremidad dominante y no dominante se realizó por medio de la t de Student para variables independientes. La prueba de X^2 se empleó para evaluar la diferencia en la prevalencia de cada PGL específico y sexo, así como la dominancia. La prueba t de Student para variables dependientes se utilizó para comparar el UDP a la presión entre músculos con PGLs y sin PGLs.

RESULTADOS

Fiabilidad

El diagnóstico de los PGLs mostró una fiabilidad intraobservador muy buena en todos los músculos estudiados, siendo el valor de la kappa de Cohen superior a 0,850, excepto en el PGL1 localizado en el sóleo de la extremidad no dominante (0,792). Respecto a los criterios de diagnóstico específicos, la fiabilidad fue muy buena para la presencia de banda tensa y buena o muy buena para el foco hiperirritable y el dolor referido en todos los músculos evaluados. Los valores de la kappa de Cohen para el signo del salto se situaron entre 0,651 y 1. La fiabilidad de la REL no pudo calcularse, debido a que la misma estuvo ausente en la mayoría de los músculos estudiados. Respecto al UDP, los valores del CCI fueron superiores a 0,8 en todos los músculos evaluados. Las Tablas 2 y 3 muestran los valores de la kappa de Cohen y del CCI en la extremidad dominante y no dominante ($p < 0,01$).

Metodología

| | Banda tensa | Foco hiperirritable | Signo del salto | Dolor referido | Presencia de PGL | UDP |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| PGL1 gastrocnemio | 0,861 | 0,932 | 0,651 | 0,839 | 0,930 | 0,901 (0,802-0,951) |
| PGL2 gastrocnemio | 0,927 | 0,830 | 1 | 0,783 | 0,918 | 0,903 (0,807-0,953) |
| PGL1 sóleo | 0,911 | 0,814 | 1 | 1 | 0,902 | 0,839 (0,689-0,920) |
| PGL PLL | 0,831 | 0,842 | 0,651 | 0,870 | 1 | 0,884 (0,771-0,943) |
| PGL PLC | 0,902 | 0,792 | 1 | 1 | 0,889 | 0,842 (0,694-0,921) |
| PGL ECD | 0,842 | 0,851 | 1 | 0,870 | 0,918 | 0,863 (0,732-0,932) |
| PGL tibial anterior | 0,841 | 0,851 | 0,783 | 1 | 0,926 | 0,919 (0,836-0,960) |
| PGL FCD | 1 | 0,911 | 1 | 1 | 1 | 0,858 (0,723-0,930) |
| PGL recto femoral | 0,814 | 0,911 | 0,651 | 0,714 | 0,902 | 0,845 (0,699-0,923) |
| PGL1 vasto medial | 0,930 | 0,930 | 0,839 | 0,889 | 0,927 | 0,913 (0,825-0,958) |
| PGL2 vasto medial | 0,911 | 0,923 | 0,783 | 0,889 | 0,918 | 0,893 (0,783-0,947) |
| PGL1 vasto lateral | 0,932 | 0,933 | 0,889 | 0,815 | 0,932 | 0,882 (0,768-0,942) |
| PGL2 vasto lateral | 0,927 | 0,930 | 0,902 | 0,902 | 1 | 0,888 (0,778-0,945) |

Tabla 2. Valores de la Kappa de Cohen de los criterios diagnósticos y del coeficiente de correlación intraclase para el umbral de dolor a la presión (intervalo de confianza del 95%) en la musculatura de la extremidad inferior dominante (n=30). $p < 0,01$ en todos los casos. ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; UDP: umbral de dolor a la presión.

Metodología

| | Banda tensa | Foco hiperirritable | Signo del salto | Dolor referido | Presencia de PGL | UDP |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| PGL1 gastrocnemio | 0,932 | 0,864 | 1 | 0,839 | 0,856 | 0,929 (0,850-0,964) |
| PGL2 gastrocnemio | 1 | 0,864 | 1 | 1 | 1 | 0,918 (0,835-0,960) |
| PGL1 sóleo | 0,814 | 0,902 | 0,651 | 0,783 | 0,793 | 0,851 (0,711-0,926) |
| PGL PLL | 0,918 | 0,918 | 1 | 1 | 1 | 0,877 (0,758-0,939) |
| PGL PLC | 0,902 | 0,902 | 1 | 0,839 | 1 | 0,889 (0,780-0,945) |
| PGL ECD | 0,923 | 0,923 | 0,783 | 1 | 0,918 | 0,904 (0,808-0,953) |
| PGL tibial anterior | 0,923 | 0,923 | 1 | 0,839 | 1 | 0,880 (0,764-0,941) |
| PGL FCD | 0,911 | 0,831 | 1 | 0,889 | 0,911 | 0,888 (0,778-0,945) |
| PGL recto femoral | 0,911 | 0,831 | 0,651 | 0,839 | 0,815 | 0,858 (0,723-0,930) |
| PGL1 vasto medial | 0,861 | 0,930 | 1 | 1 | 0,927 | 0,902 (0,805-0,952) |
| PGL2 vasto medial | 0,830 | 0,851 | 1 | 0,762 | 0,830 | 0,865 (0,736-0,933) |
| PGL1 vasto lateral | 0,861 | 0,864 | 0,762 | 0,902 | 0,861 | 0,879 (0,761-0,940) |
| PGL2 vasto lateral | 0,851 | 0,856 | 0,793 | 0,793 | 0,927 | 0,881 (0,766-0,942) |

Tabla 3. Valores de la Kappa de Cohen de los criterios diagnósticos y del coeficiente de correlación intraclase para el umbral de dolor a la presión (intervalo de confianza del 95%) en la musculatura de la extremidad inferior no dominante (n=30). $p < 0,01$ en todos los casos. ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; UDP: umbral de dolor a la presión.

Prevalencia de PGLs

Ciento sesenta sujetos de la muestra estudiada (77,670%) presentaron al menos un PGL en los músculos de evaluados (media=7,484±7,648). Ciento treinta y tres participantes (64,563%) presentaron uno o más PGLs en la extremidad inferior dominante (media=3,796±3,767), mientras que en la extremidad inferior no dominante fueron ciento cincuenta y cuatro sujetos (74,757%) los que presentaron uno o más PGLs (media=3,689±4,067).

La Figura 2 y las Tablas 4 y 5 muestran la prevalencia de los PGLs en cada uno de los músculos estudiados, la cual se encuentra entre 19,903% y el 37,379%. Los PGLs más prevalente fueron los PGL1 y PGL2 del gastrocnemio (tanto en la extremidad dominante como no dominante), mostrando una prevalencia superior al 30%. Otros PGLs con una prevalencia cercana al 30% fueron el PLL (tanto en la extremidad dominante como en la no dominante), el ECD (extremidad inferior dominante), el TA (extremidad inferior dominante), el VM (ambas extremidades) y el VL (ambas extremidades). Los músculos que presentaron una prevalencia menor fueron el sóleo, el PLC y el RF, situándose la misma entre el 19,903% y el 23,787%.

Metodología

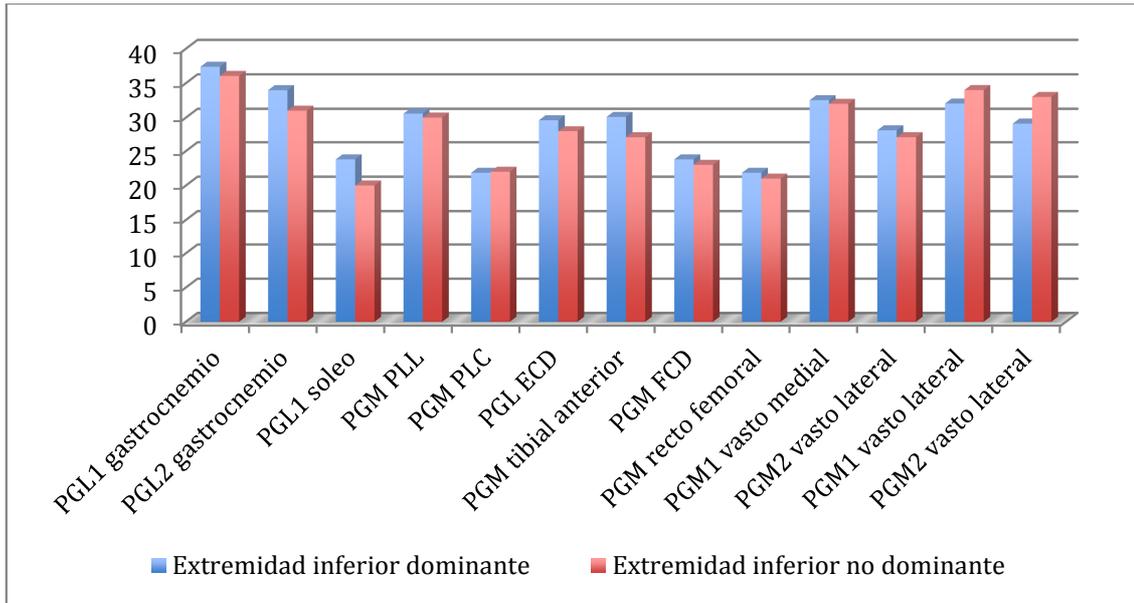


Figura 2. Prevalencia (%) de PGLs en la musculatura estudiada (n=206). ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo.

| | Prevalencia |
|----------------------------|--------------|
| PGL1 gastrocnemio | 77 (37,379%) |
| PGL2 gastrocnemio | 70 (33,981%) |
| PGL1 sóleo | 49 (23,786%) |
| PGL PLL | 63 (30,583%) |
| PGL PLC | 45 (21,845%) |
| PGL ECD | 61 (29,612%) |
| PGL tibial anterior | 62 (30,098%) |
| PGL FCD | 49 (23,787%) |
| PGL recto femoral | 45 (21,845%) |
| PGL1 vasto medial | 67 (32,524%) |
| PGL2 vasto medial | 58 (28,155%) |
| PGL1 vasto lateral | 66 (32,039%) |
| PGL2 vasto lateral | 60 (29,126%) |

Tabla 4. Prevalencia de puntos gatillo latentes en la musculatura de la extremidad inferior dominante evaluada (n=206). Los valores se muestran en número de sujetos y (porcentaje). ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo.

Metodología

| | Prevalencia |
|----------------------------|--------------------|
| PGL1 gastrocnemio | 75 (36,048%) |
| PGL2 gastrocnemio | 64 (31,107%) |
| PGL1 sóleo | 41 (19,903%) |
| PGL PLL | 61 (29,612%) |
| PGL PLC | 45 (21,845%) |
| PGL ECD | 57 (27,670%) |
| PGL tibial anterior | 56 (27,185%) |
| PGL FCD | 47 (22,815%) |
| PGL recto femoral | 43 (20,874%) |
| PGL1 vasto medial | 65 (31,553%) |
| PGL2 vasto medial | 55 (26,699%) |
| PGL1 vasto lateral | 71 (34,466%) |
| PGL2 vasto lateral | 67 (32,524%) |

Tabla 5. Prevalencia de puntos gatillo latentes en la musculatura de la extremidad inferior no dominante evaluada (n=206). Los valores se muestran en número de sujetos y (porcentaje). ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo.

Las mujeres presentaron un mayor número de PGLs (media=9,601±7,814) que los hombres (media=4,881±6,596), existiendo diferencias significativas ($p<0,05$). Al comparar la prevalencia de cada PGL específico entre sexos, se encontraron diferencias significativas entre todos los músculos estudiados ($p<0,05$), excepto en el sóleo (ambas extremidades), el TA de la extremidad dominante y el RF no dominante.

Un 40,777 % del total de los sujetos presentaron el mismo número de PGLs en ambas extremidades, mientras que el 30,582% presentó más PGLs en la extremidad inferior dominante y el 28,641% tenían más PGLs en la no dominante, no existiendo

Metodología

diferencias significativas ($p > 0,05$). Tampoco se encontraron entre la dominancia y la prevalencia específica de cada uno de los PGLs estudiados ($p > 0,05$).

Criterios diagnósticos

Las Tablas 6 y 7 muestran la prevalencia de cada uno de los criterios diagnósticos estudiados. Los criterios diagnósticos más prevalentes fueron la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable (97,561%-100%). La REL fue el criterio menos frecuente (0-3,509%), no encontrándose presente en todos los músculos estudiados.

Metodología

| | Banda tensa | Foco hiperirritable | Signo del salto | Dolor referido | REL |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|------------|
| PGL1 gastrocnemio | 77 (100%) | 77 (100%) | 16 (20,779%) | 34 (44,156%) | 1 (1,299%) |
| PGL2 gastrocnemio | 70 (100%) | 70 (100%) | 12 (17,143%) | 27 (38,571%) | 1 (1,429%) |
| PGL1 sóleo | 49 (100%) | 49 (100%) | 6 (12,245%) | 16 (32,653%) | 0 (0%) |
| PGL PLL | 63 (100%) | 63 (100%) | 11 (17,460%) | 24 (38,095%) | 2 (3,175%) |
| PGL PLC | 44 (97,778%) | 45 (100%) | 4 (8,889%) | 14 (31,111%) | 0 (0%) |
| PGL ECD | 61 (100%) | 61 (100%) | 8 (13,115%) | 18 (29,508%) | 1 (1,640%) |
| PGL tibial anterior | 62 (100%) | 62 (100%) | 10 (16,129%) | 24 (38,710%) | 2 (3,226%) |
| PGL FCD | 49 (100%) | 48 (97,959%) | 3 (6,122%) | 17 (34,694%) | 0 (0%) |
| PGL recto femoral | 45 (100%) | 45 (100%) | 5 (11,111%) | 16 (35,555%) | 0 (0%) |
| PGL1 vasto medial | 67 (98,462%) | 66 (98,507%) | 7 (10,448%) | 23 (34,328%) | 2 (2,985%) |
| PGL2 vasto medial | 58 (100%) | 58 (100%) | 8 (13,793%) | 22 (37,931%) | 1 (1,724%) |
| PGL1 vasto lateral | 66 (100%) | 66 (100%) | 10 (15,152%) | 25 (37,878%) | 1 (1,152%) |
| PGL2 vasto lateral | 60 (100%) | 60 (100%) | 8 (13,333%) | 20 (33,333%) | 0 (0%) |

Tabla 7. Prevalencia de los criterios diagnósticos específicos en la extremidad inferior dominante. Los valores se muestran en número de sujetos y (porcentajes). ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; REL: respuesta de espasmo local.

Metodología

| | Banda tensa | Foco hiperirritable | Signo del salto | Dolor referido | REL |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|------------|
| PGL1 gastrocnemio | 75 (100%) | 75 (100%) | 14 (18,667%) | 28 (37,333%) | 1 (1,333%) |
| PGL2 gastrocnemio | 64 (100%) | 64 (100%) | 5 (7,813%) | 16 (25%) | 1 (1,563%) |
| PGL1 sóleo | 41 (100%) | 41 (100%) | 5 (12,195%) | 12 (29,268%) | 0 (0%) |
| PGL PLL | 61 (100%) | 61 (100%) | 11 (18,033%) | 20 (32,787%) | 1 (1,639%) |
| PGL PLC | 40 (97,561%) | 41 (100%) | 3 (7,317%) | 15 (36,586%) | 0 (0%) |
| PGL ECD | 57 (100%) | 57 (100%) | 10 (17,544%) | 14 (24,561%) | 2 (3,509%) |
| PGL tibial anterior | 56 (100%) | 55 (98,214%) | 5 (8,929%) | 18 (32,143%) | 0 (0%) |
| PGL FCD | 46 (97,872%) | 46 (97,872%) | 4 (8,511%) | 16 (34,043%) | 0 (0%) |
| PGL recto femoral | 43 (100%) | 43 (100%) | 4 (9,302%) | 14 (32,558%) | 0 (0%) |
| PGL1 vasto medial | 64 (98,462%) | 65(100%) | 6 (9,231%) | 21 (32,308%) | 1 (1,539%) |
| PGL2 vasto medial | 55 (100%) | 55 (100%) | 12 (21,818%) | 23 (41,818%) | 0 (0%) |
| PGL1 vasto lateral | 71 (100%) | 71 (100%) | 8 (11,267%) | 28 (39,437%) | 1 (1,409%) |
| PGL2 vasto lateral | 67 (100%) | 67 (100%) | 8 (11,94%) | 25 (37,313%) | 0 (1,493%) |

Tabla 7. Prevalencia de los criterios diagnósticos específicos en la extremidad inferior dominante. Los valores se muestran en número de sujetos y (porcentajes). ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; REL: respuesta de espasmo local.

Metodología

Las Tablas 8 y 9 muestran el valor del UDP, existiendo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los músculos con PGLs y los que no los presentaban.

| | UDP en PGL | UDP en no PGL |
|----------------------------|-------------|---------------|
| PGL1 gastrocnemio | 2,1 (0,211) | 2,8 (0,356) |
| PGL2 gastrocnemio | 2,1 (0,142) | 2,9 (0,255) |
| PGL1 sóleo | 2,3 (0,213) | 2,9 (0,323) |
| PGL PLL | 2,1 (0,256) | 3,0 (0,431) |
| PGL PLC | 2,4 (0,142) | 3,3 (0,218) |
| PGL ECD | 2,1 (0,311) | 3,1(0,377) |
| PGL tibial anterior | 2,4 (0,203) | 3,4 (0,181) |
| PGL FCD | 2,2 (0,401) | 2,9 (0,525) |
| PGL recto femoral | 2,5 (0,315) | 3,3 (0,407) |
| PGL1 vasto medial | 2,4 (0,205) | 3,1 (0,426) |
| PGL2 vasto medial | 2,3 (0,216) | 3,1 (0,223) |
| PGL1 vasto lateral | 2,4 (0,311) | 3,1(0,325) |
| PGL2 vasto lateral | 2,4 (0,162) | 3,1 (0,223) |

Tabla 8. Umbral de dolor a la presión en los músculos con PGLs y sin PGLs (extremidad inferior dominante). Los valores se muestran en medias (kg/cm^2) y (desviaciones típicas). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en todas las localizaciones. ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; UDP: umbral de dolor a la presión.

Metodología

| | UDP en PGL | UDP en no PGL |
|----------------------------|-------------|---------------|
| PGL1 gastrocnemio | 2,1 (0,252) | 2,7 (0,381) |
| PGL2 gastrocnemio | 2,1 (0,165) | 2,9 (0,216) |
| PGL1 sóleo | 2,2 (0,146) | 2,9 (0,284) |
| PGL PLL | 2,2 (0,267) | 2,9 (0,413) |
| PGL PLC | 2,4 (0,243) | 3,2 (0,233) |
| PGL ECD | 2,1 (0,207) | 3,1 (0,312) |
| PGL tibial anterior | 2,4 (0,121) | 3,2 (0,197) |
| PGL FCD | 2,2 (0,271) | 3 (0,321) |
| PGL recto femoral | 2,4 (0,152) | 3,2 (0,202) |
| PGL1 vasto medial | 2,2 (0,274) | 2,8 (0,253) |
| PGL2 vasto medial | 2,2 (0,235) | 3,1(0,192) |
| PGL1 vasto lateral | 2,3 (0,266) | 3,1 (0,221) |
| PGL2 vasto lateral | 2,4 (0,392) | 3,1 (0,216) |

Tabla 9. Umbral de dolor a la presión en los músculos con PGLs y sin PGLs (extremidad inferior no dominante). Los valores se muestran en medias (kg/cm^2) y (desviaciones típicas). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en todas las localizaciones. ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; UDP: umbral de dolor a la presión.

DISCUSIÓN

Fiabilidad

La fiabilidad intraobservador del diagnóstico de los PGLs fue muy buena para todos los músculos estudiados, excepto para el PGL1 del sóleo de la extremidad no dominante. Respecto a los criterios específicos, la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable fueron los criterios más fiables, siendo la kappa de Cohen superior a 0,8 en todos los casos. La única excepción fue el foco hiperirritable en el PGL del PLC de la extremidad dominante, donde la fiabilidad fue buena, con un kappa de 0,792.

El dolor referido también presentó una fiabilidad muy buena en casi todos los PGLs estudiados. Dicha fiabilidad fue buena en los siguientes PGLs: PGL2 del gastrocnemio (0,783) y el RF de la pierna dominante (0,714), y PGL1 del sóleo (0,783), PGL2 del VM (0,762) y PGL2 del VL (0,793) de la extremidad no dominante. El signo del salto presentó una fiabilidad más baja que el resto de criterios anteriores, siendo la misma buena o moderada en los siguientes casos: PGL1 del gastrocnemio dominante (0,651), en el PGL del PLL (0,651), PGL del TA (0,783) y PGL del RF (0,651) de la extremidad dominante, y en el PGL1 del sóleo (0,651), PGL del ECD (0,783), PGL del RF (0,641), PGL1 del VL (0,761) y PGL2 del VM (0,793) de la extremidad no dominante. Es importante señalar que la fiabilidad de la REL no pudo ser calculada, porque este criterio estuvo ausente en muchos de los músculos estudiados. Así, Grieve et al²⁸ encontraron que la REL se encontraba presente solo en un 1% de los PGLs localizados en el gastrocnemio medial, mientras que Bron et al³⁵ encontraron que la REL era el criterio menos fiable en la musculatura del hombro. Esto puede estar relacionado con el hecho de que la REL es el criterio diagnóstico más difícil de provocar por medio de palpación¹. Cabe destacar que no se han encontrado estudios previos donde se haya evaluado la fiabilidad de los criterios diagnósticos aquí presentados en la musculatura de la extremidad inferior, siendo este el primer trabajo que lo evalúa. En cuanto a la fiabilidad del UDP, la misma fue buena o muy buena, situándose los valores del CCI entre 0,839 y 0,929. Estos resultados son similares a los obtenidos por Lucas et al⁵ en la musculatura del hombro.

Prevalencia de PGLs

Respecto al objetivo principal del estudio, los PGLs son prevalentes en la musculatura de la extremidad inferior estudiada. Así, un 77,670% de los sujetos estudiados presentaron uno o más PGLs, siendo el número medio de PGLs de $7,484 \pm 7,648$. Esto permite confirmar que los PGLs son frecuentes en los músculos de la extremidad

inferior en sujetos sanos, tal y como ocurre en la extremidad superior, donde su prevalencia se sitúa entre el 49,5%²⁷ y el 90%⁵. Aunque algunos autores^{21-23,28,36} han estudiado previamente la prevalencia de determinados PGLs de la extremidad inferior, en la mayoría de los casos se han centrado en sujetos con lesión, realizando comparaciones con controles sanos^{21,22,36}. Solamente Grieve et al²⁸ evaluaron de forma específica la prevalencia de los PGLs en los gastrocnemios y sóleo en sujetos sanos. Este es, por lo tanto, el primer trabajo que estudia de forma específica la prevalencia de los PGLs en la musculatura de la extremidad inferior en sujetos sanos.

Respecto a la prevalencia de los PGLs en cada uno de los músculos estudiados, la misma se situó entre el 19,903% y el 37,379%. Fue el gastrocnemio el músculo que presentó más PGLs, mientras que el sóleo y el RF fueron los que menos. Como se ha señalado anteriormente, otros trabajos han evaluado la prevalencia de PGLs en algunos músculos de la extremidad inferior. Así, Grieve et al²⁸ encontraron una prevalencia de PGLs en los gastrocnemios medial y lateral entre el 19% y el 30%, mientras que el sóleo se situó entre el 13% y el 23%. Otros autores han comparado la presencia de PGLs en sujetos con lesión y controles sanos. Bajab et al³⁶ compararon la presencia de PGMs (incluyendo PGLs) en sujetos con artrosis de la extremidad inferior (n=14) y controles (n=14), en diversos músculos, entre los que se incluían los gastrocnemios, el sóleo, el PLL, el PLC, el VM y el VL. Aunque los sujetos con artrosis presentaban un mayor número de PGLs, los controles también tenían PGLs en los gastrocnemios (4,3%-7,14%), el PLL (7,1%) y el PLC (14,3%). Torres-Chica et al²¹ compararon la prevalencia de PGM en sujetos postmenisectomizados (n=33) y controles (n=33), en los gastrocnemios, el RF, el VM y el VL. Encontraron un número similar de PGLs en los controles sanos (4±1) y en los sujetos de estudio (4±4). En los controles, la prevalencia más alta se encontró en el gastrocnemio medial (57,6%-63,6%) y la menor en el RF (3%-6,1%). Otros músculos que presentaron PGLs fueron

el gastrocnemio lateral (27,3%-36,4%), el VM (36,4%-39,4%) y el VL (30,3%-63,7%). Grieve et al²³ estudiaron la prevalencia de PGMs (tanto PGAs como PGLs) en los gastrocnemios y en el sóleo en sujetos con dolor en el talón (n=10), encontrando una prevalencia que se sitúa entre el 30% y el 50%. Otros autores han estudiado la presencia de PGLs en otros músculos de la extremidad inferiores que no se han evaluado en el presente trabajo. Así, Roach et al²² valoraron la presencia de PGLs en el glúteo medio así como en el cuadrado lumbar, comparando a sujetos con dolor femoropatelar y controles sin lesión. El grupo control mostró una prevalencia del 23% en el glúteo medio y del 34,6% en el cuadrado lumbar.

No se han encontrado diferencias significativas entre el total de PGLs y la extremidad dominante/no dominante ($p>0,05$). Además, al realizar la misma comparación entre la prevalencia de cada PGLs específico, tampoco se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$). Es importante señalar que en el caso de la musculatura de la cintura escapular, Lucas et al⁵ mostraron un número mayor de PGLs en la extremidad dominante ($p<0,01$). Esto puede estar relacionado con el hecho de que el músculo que recibe una sobrecarga puede desarrollar PGMs¹, siendo el mayor uso de la extremidad superior dominante una posible causa de la mayor presencia de PGLs en la misma⁵. Sin embargo, en nuestro estudio no se han encontrado estos resultados. Una posible razón para explicarlo puede ser que la sobrecarga por dominancia no está tan presente en la extremidad inferior como lo hace en la superior. Además, no hemos encontrado trabajos en la extremidad inferior con el que poder comparar. Grieve et al²⁸ estudiaron ambos gastrocnemios y sóleos; sin embargo, a la hora de presentar los resultados, lo hacen como *derecho e izquierdo* y no haciendo referencia a extremidad dominante.

En nuestro estudio se han encontrado diferencias entre el género y el número total de PGLs ($p < 0,05$); así, las mujeres presentan un mayor número de PGLs (media= $9,601 \pm 7,814$) que los hombres (media= $4,881 \pm 6,596$). Cuando la prevalencia específica de cada uno de los PGLs se comparó, también se encontraron diferencias significativas en todos los músculos, excepto en el sóleo (ambas extremidades), el TA dominante y el RF no dominante. Son pocos los estudios que han evaluado la relación entre el sexo y la presencia de PGLs, obteniéndose resultados contradictorios. Así, en el caso de la extremidad superior, Lucas et al⁵ no encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre el número total de PGLs en la musculatura de la cintura escapular y el sexo. Grieve et al²⁸, por su parte, tampoco encontraron diferencias ($p > 0,05$) entre hombres y mujeres en el número de PGLs en el trapecio superior. Sin embargo, estos mismos autores obtuvieron una mayor prevalencia ($p < 0,05$) en todos los PGLs del tríceps sural, excepto en el músculo sóleo de la extremidad izquierda.

Criterios diagnósticos

La presencia de la banda tensa y el foco hiperirritable fueron los criterios diagnósticos más prevalentes. Estos resultados coinciden con los presentados por Grieve et al²⁸, quienes mostraron que estos criterios tenían una prevalencia entre el 89% y el 100% en los gastrocnemios y sóleo. Aunque no hay consenso en el diagnóstico de los PGMs^{37,38}, se ha considerado que la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable son los criterios diagnósticos mínimos de PGMs¹. Nuestros resultados confirman que la presencia de la banda tensa y el foco hiperirritable son los criterios diagnósticos más prevalentes. Respecto al UDP, se encontraron diferencias significativas en el mismo entre músculos con y sin PGLs ($p < 0,01$). En los PGLs, el UDP se situó entre 2,1 y 2,5 kg/cm². Previamente se ha señalado que los PGMs presenta un menor UDP que los tejidos musculares sin PGMs^{27,31}. De hecho, Lucas et al⁵ utilizaron la medición

del UDP mediante algometría para el diagnóstico de PGLs en su estudio sobre la prevalencia de los mismos en la musculatura del hombro.

Según nuestros resultados, los PGLs son frecuentes en la musculatura de la extremidad inferior, encontrándose en más del 77% de los individuos sanos estudiados. Además, los PGLs están presentes en diversas patologías, como el síndrome de dolor femoropatelar²², dolor postmeniscectomía²¹ o artrosis de rodilla⁹. Aunque los mismos no causan dolor espontáneo, pueden afectar a diversas funciones; así producen una disminución del RMA de diversas articulaciones, entre ellas el tobillo¹⁹ y la rodilla²⁰, y modifican los patrones de activación muscular³⁹. Además, se ha especulado con que pueden convertirse en PGAs^{1,11}. Por lo tanto, puede ser necesario evaluar el efecto que estos PGLs pueden tener sobre la función de la extremidad inferior, así como su relevancia clínica.

Limitaciones

El presente trabajo tiene varias limitaciones potenciales. La primera de ellas es que solo se ha estudiado la presencia de PGLs en diversos músculos de la extremidad inferior, pero no se han incluido otros músculos importantes, como pueden ser los isquiosurales o los aductores. En un futuro estudio sería necesario valorar el comportamiento de dichos músculos.

La segunda limitación tiene que ver con los criterios diagnósticos. Aquí se han empleado los criterios propuestos por Simons et al¹, considerando que un PGL está presente si se encuentran un mínimo de dos de estos criterios²⁸. Sin embargo, existe un consenso limitado sobre los criterios diagnósticos de los PGMs. Así, la palpación manual se utiliza de forma común en su diagnóstico^{8,18,20,22,28}. Pero, por otro lado, el

UDP también se emplea para el mismo⁵. En nuestro estudio, los criterios más prevalentes y fiables han sido la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable, mientras que otros criterios han presentado una prevalencia menor, sobre todo la REL. Estos resultados son similares a los de otros autores; Gerwin⁴⁰ encontró que la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable eran los criterios diagnósticos más fiables. Lo mismo encontraron Grieve et al²⁸. Diversos autores han incluido estos dos criterios en el diagnóstico de PGLs, mientras que otros criterios de confirmación, como son el dolor referido, el signo del salto o la REL no se han incluido^{11,16,20,35,41,44}. El dolor referido solo puede ser evocado cuando la compresión es suficientemente fuerte¹⁰, mientras que la REL es el criterio diagnóstico más difícil de reproducir por medio de palpación manual¹, no siendo posible de reproducir en diversos músculos¹⁰. La REL fue el criterio diagnóstico menos prevalente en nuestro estudio. Por último, otros criterios diagnósticos propuestos para confirmar la presencia de PGLs, como la limitación en el RMA, no se utilizaron, al ser un criterio de exclusión. Sin embargo, este criterio no se utiliza de forma común para el diagnóstico de PGLs^{11,16,20,35,41,44}.

CONCLUSIONES

Según nuestros resultados, se puede concluir que los PGLs son prevalentes en la musculatura de la extremidad inferior en sujetos sanos. Las mujeres presentan un mayor número de PGLs que los hombres. No se han encontrado diferencias en la prevalencia entre la extremidad dominante y la no dominante. El diagnóstico de los PGLs ha demostrado ser muy fiable, siendo la presencia de la banda tensa y del foco hiperirritable los criterios diagnósticos más prevalentes y fiables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Simons DG, Travell J, Simons L. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 1. 2nd ed. Baltimore: William & Wilkins; 1999.
2. Simons DG. Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14:95-107.
3. Simons DG, Hong GZ, Simons LS. Endplate potentials are common to midfiber myofascial trigger points. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81:212-22.
4. Shah J, Danoff JV, Desai MJ, Parikh S, Nadamura HY, Phillips TM, Gerber LH. Biochemicals associated with pain and inflammation are elevated in sites near to and remote from active myofascial trigger points. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89:16-23.
5. Lucas KR, Rich PA, Polus BI. How common are latent myofascial trigger points in the scapular positioning muscles? *J Musculosk Pain.* 2008;16:279-86.
6. Simons DG. Clinical and etiological update of myofascial pain from trigger points. *J Musculoskeletal Pain.* 1996;4:93-112.
7. Bron C, Dommerholt J, Stegenga B, Wensing M, Oostendorp RA. High prevalence of shoulder girdle muscles with myofascial trigger points in patients with shoulder pain. *BMC Musculoskelet Disord.* 2011;12:139.
8. Fernández-Carnero J, Fernández-de-las-Peñas C, de la Llave-Rincón AI, Ge HY, Arendt-Nielsen L. Prevalence of and referred pain from myofascial trigger points in the forearm muscles in patients with lateral epicondylalgia. *Clin J Pain.* 2007;23:353-60.
9. Henry R, Cahill CM, Wood G, Hroch J, Wilson R, Cupido T, VanDenKerkhof E. Myofascial pain in patients waitlisted for total knee arthroplasty. *Pain Res Manage.* 2012;17:321-7.

10. Hong CZ: Pathophysiology of myofascial trigger point. *J Formos Med Assoc.* 1996;95: 93-104.
11. Li LT, Ge HY, Yue SW, Arendt-Nielsen L. Nociceptive and non-nociceptive hypersensitivity at latent myofascial trigger points. *Clin J Pain.* 2009;25:132-7.
12. Sikdar S, Shah JP, Gebreab T, Yen RH, Gilliams E, Danoff J, Gerber LH. Novel applications of ultrasound technology to visualize and characterize myofascial trigger points and surrounding soft tissue. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90:1829-38.
13. Ge HY, Arendt-Nielsen L. Latent myofascial trigger points. *Curr Pain Headache Rep.* 2011;15:386-92.
14. Shah JP, Phillips TM, Danoff JV, Gerber LH. An in vivo microanalytical technique for measuring the local biochemical milieu of human skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2005;99:1977-84.
15. Ge HY, Monterde S, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Latent myofascial trigger points are associated with an increased intramuscular electromyographic activity during synergistic muscle activation. *J Pain.* 2014;15:181-7.
16. Ibarra JM, Ge HY, Wang C, Martínez Vizcaino V, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Latent myofascial trigger points are associated with an increased antagonistic muscle activity during agonist muscle contraction. *J Pain.* 2011;12:1282-8.
17. Ge HY, Zhang Y, Boudreau S, Yue SW, Arendt-Nielsen L. Induction of muscle cramps by nociceptive stimulation of latent myofascial trigger points. *Exp Brain Res.* 2008;187:623-9.
18. Lucas KR, Polus BI, Rich PA. Latent myofascial trigger points: their effects on muscle activation and movement efficiency. *J Bodyw Mov Ther.* 2004;8:160-6.

19. Grieve R, Cranston A, Henderson A, John R, Malone G, Mayall C. The immediate effect of triceps surae myofascial trigger point therapy on restricted active ankle joint dorsiflexion in recreational runners: a crossover randomized controlled trial. *J Body Mov Ther.* 2013;17:453-61.
20. Trampas A, Kitsios A, Sykaras E, Symeonidys S, Lazarou L. Clinical massage and modified proprioceptive neuromuscular facilitation stretching in males with latent myofascial trigger points. *Phys Ther Sport.* 2010;11:91-8.
21. Torres-Chica B, Núñez-Samper-Pizarroso C, Ortega-Santiago R, Cleland JA, Salom-Moreno J, Laguarda-Val S, Fernández-de-las-Peñas C. Trigger points and pressure pain hypersensitivity in people with post-menisectomy pain. *Clin J Pain.* 2015;31:265-72.
22. Roach S, Sorensen E, Headley B, San Juan JG. Prevalence of myofascial trigger points in the hip in patellofemoral pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013;94:522-6.
23. Grieve R, Barnett S, Coghill N, Cramp F. Myofascial trigger point therapy for triceps surae dysfunction: a case series. *Man Ther.* 2013;19:519-25.
24. Iglesias-González JJ, Muñoz-García MT, Rodrigues-de-Souza DP, Albuquerque-Sendín F, Fernández-de-Las-Peñas C. Myofascial trigger points, pain, disability, and sleep quality in patients with chronic nonspecific low back pain. *Pain Med.* 2013;14:1964-70.
25. Fernández-de-las-Peñas C, Alonso-Blanco C, Cuadrado ML, Gerwin RD, Pareja JA. Myofascial trigger points and their relationship to headache clinical parameters in chronic tension-type headache. *Headache.* 2006;46:1264-72.
26. Gerber LH, Sikdar S, Asmstrong K, Diao G, Heimur J, Kopecky J, Turo D, Otto P, Gebreab T, Shah J. A systematic comparison between subjects with no pain and pain associated with active myofascial trigger points. *PM&R.* 2013;5:931-8.

27. Sola AE, Rodenberger MI, Gettys BB. Incidence of hypersensitive areas in posterior shoulder muscles. *Am J Phys Med.* 1955;34:585-90.
28. Grieve R, Barnett S, Coghill N, Cramp F. The prevalence of latent myofascial trigger points and diagnostic criteria of the triceps surae and upper trapezius: a cross sectional study. *Physiotherapy.* 2013;99:278-84.
29. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *J Athl Train.* 1998;33:319-22.
30. Simons DG, Travell J, Simons L. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 2. 2nd ed. Baltimore: William & Wilkins; 1999.
31. Stockendahl MK, Christensen HW, Hartvigsen J, Vack W, Haas M, Hestbaek L. Manual examination of the spine: a systematic critical literature review of reproducibility. *J Manipulative Physiol Ther.* 2006;29:475-85.
32. Fischer AA. Reliability of the pressure algometer as a measure of myofascial trigger point sensitivity. *Pain.* 1987;23: 411-4.
33. Landis JR, Koch GG. The measurements of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33:159-174.
34. Pita Fernández S, Pértega Díaz S, Rodríguez Maseda E. La fiabilidad en las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para las variables numéricas. *Cad Aten Primaria.* 2003; 10:290-6.
35. Bron C, Franssen J, Wensing M, Oostendorp RAB . Interrater reliability of palpation of myofascial trigger points in three shoulder muscles. *J Man Manip Ther.* 2007;15:203-215.

36. Bajab P, Bajab P, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Trigger points in patients with lower limb osteoarthritis. *J Musculoskel Pain*. 2001;9:17-33.
37. Lucas N, Macaskill P, Irwing L, Moran R, Bogduk N. Reliability of physical examination for diagnosis of myofascial trigger points. A systematic review of the literature. *Clin J Pain*. 2009;25:80-9.
38. Tough EA, White AR, Richards S, Campbell J. Variability of criteria used to diagnose myofascial trigger point pain syndrome-evidence from a review of the literature. *Clin J Pain*. 2007;23:278-86.
39. Lucas KR. The impact of latent trigger points on regional muscle function. *Curr Pain Headache Rep*. 2008;12:344-9.
40. Gerwin PR, Shannon S, Hong CZ, Hubbard D, Gervitz R. Interrater reliability in myofascial trigger point examination. *Pain*. 1997;69:65-73.
41. Dorasaimi MA, Anshul. Effect of latent myofascial trigger points on strength measurements of the upper trapezius: a case-controlled trial. *Physiother Can*. 2001;63:405-9.
42. Oliveira-Campeio NM, Rubens-Rebelatto J, Martín-Vallejo FJ, Albuquerque-Sendín F, Fernández-de-las-Peñas C. The immediate effects of atlanto-occipital joint manipulation and suboccipital muscle inhibition technique on active mouth opening and pressure pain sensitivity over latent myofascial trigger points in the masticatory muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40:310-7.
43. Ruiz-Sáez M, Fernández-de-las-Peñas C, Blanco CR, Martínez-Segura R, García-León R. Changes in pressure pain sensitivity in latent myofascial trigger points in the upper trapezius muscle after a cervical spine manipulation in pain-free subjects. *J Manipulative Physiol Ther*. 2007;30:578-83.

Metodología

44. Wang YH, Ding XL, Zhang Y, Chen J, Ge HY, Arendt-Nielsen L, Yue SW. Ischemic compression block attenuates mechanical hyperalgesia evoked from latent myofascial trigger points. *Exp Brain Res.* 2010;202:265-270.

*Estudio en revisión en la revista *Physical Medicine and Rehabilitation (PM&R)*: Zuil-Escobar JC, Martínez-Cepa CB, Martín-Urrialde JA, Gómez-Conesa A. The prevalence of myofascial trigger points in lower limbs muscles.

ESTUDIO 4: PREVALENCIA DE PUNTOS GATILLO MIOFASIALES Y CRITERIOS DIAGNÓSTICOS EN DIFERENTES MÚSCULOS DE LA EXTREMIDAD INFERIOR EN SUJETOS CON EL ARCO LONGITUDINAL INTERNO DESCENDIDO

RESUMEN

Introducción

Los puntos gatillo latentes están presente en sujetos con dolor y lesión así como en individuos sanos. Entre sus causas se encuentran las alteraciones en la alineación y en la postura normal. Así, se ha especulado con el hecho de que un descenso del arco longitudinal interno del pie puede ser una causa de su aparición. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la prevalencia de los puntos gatillos latentes en diversos músculos de la extremidad inferior en sujetos con el arco longitudinal interno disminuido comparando con controles (sujetos con una altura normal del arco). Además se ha estudiado la fiabilidad de las distintas pruebas empleadas.

Material y métodos

Se ha realizado un estudio de prevalencia en un grupo de 82 sujetos con el arco longitudinal interno disminuido (44 mujeres y 38 hombres; edad media= $23,597 \pm 5,329$ años) y 82 controles (48 mujeres y 34 hombres; edad media= $22,842 \pm 3,898$ años). Se empleó el test de caída del escafoides para clasificar a los sujetos. La identificación de los punto gatillo latentes se realizó por medio de los criterios diagnósticos recomendados por Simons et al, así como del umbral de dolor la presión, evaluándose los siguientes músculos de la extremidad inferior: gastrocnemios, sóleo, peroneo lateral largo, peroneo lateral corto, tibial anterior, extensor común de los dedos, flexor

común de los dedos, recto femoral, vasto medial y vasto lateral. Se realizó una comparativa entre grupos y se estudió la fiabilidad de las pruebas empleadas.

Resultados

La fiabilidad intraobservador del test de caída del escafoides y del diagnóstico de los puntos gatillo latentes fue muy buena, siendo la presencia de banda tensa y foco hiperirritable los criterios diagnósticos específicos más fiables.

En el grupo de sujetos con el arco longitudinal interno disminuido, 60 individuos (73,171%) presentaron al menos un punto gatillo latente, mientras que en el grupo control fueron 57 sujetos (69,512%). El grupo de sujetos con el arco longitudinal interno disminuido presentó un mayor número de puntos gatillo latente ($4,463 \pm 4,077$) que los controles ($3,317 \pm 3,243$) ($p < 0,05$). Este grupo también presentó una mayor prevalencia en el flexor común de los dedos, el tibial anterior y el vasto medial ($p < 0,05$).

Conclusiones

Los puntos gatillo latentes son comunes tanto en sujetos con el arco longitudinal interno disminuido como en controles. El arco longitudinal interno disminuido se asocia a una mayor prevalencia de puntos gatillos latentes, existiendo diferencias significativas en el flexor común de los dedos, el tibial anterior y el vasto medial.

PALABRAS CLAVE

Arco longitudinal interno; Diagnóstico; Extremidad inferior; Prevalencia; Punto gatillo miofascial.

STUDY 4: PREVALENCE OF MYOFASCIAL TRIGGER POINTS AND DIAGNOSTIC CRITERIA OF DIFFERENT MUSCLES IN FUNCTION OF THE MEDIAL LONGITUDINAL ARCH

ABSTRACT

Background

Myofascial trigger points are common, both in injured and non-injured subjects. Changes in the normal posture are related to the presence of myofascial trigger points. In fact, a lower medial longitudinal arch of the foot could be a cause of myofascial trigger points. However, there are not studies which demonstrate it. The aim of this study was to evaluate the prevalence of latent myofascial trigger points in several muscles of the lower limb in subjects with a lower medial longitudinal arch compared with controls (normal medial longitudinal arch).

Methods

A cross-sectional study was carried out in 82 lower medial longitudinal arch subjects (44 women and 38 men; age= 23.597 ± 5.329 years) and 82 controls (48 women and 34 men; age= 22.842 ± 3.898 years). The navicular drop test was used to evaluate the height of the medial longitudinal arch. The diagnosis criteria proposed by Simons et al and pressure pain threshold were used for located latent trigger points in the muscles of the lower limb: gastrocnemius, soleus, peroneus longus, peroneus brevis, tibialis anterior, extensor digitorum longus, flexor digitorum longus, rectus femoris, vastus medialis and vastus lateralis. The total number of latent trigger points and the specific prevalence were compared between groups. In addition, the reliability of the diagnosis criteria was also calculated.

Results

In the lower medial longitudinal arch group, sixty subjects (73.171%) presented at least one latent trigger point in the muscles evaluated, whereas fifty seven subjects of the control group (69.512%) presented at least one. The lower medial longitudinal arch group showed more latent trigger points (4.463 ± 4.077) than the control group (3.317 ± 3.243) ($p < 0.05$). There were significantly ($p < 0.05$) more subjects with latent trigger points in flexor digitorum longus, tibialis anterior and vastus medialis in the lower medial longitudinal arch group compared with the control group.

The intrarrater reliability of the navicular drop test and the latent trigger point diagnosis was very good, being the taut band and the tender spot the most prevalent and reliable diagnosis criteria.

Conclusions

Latent myofascial trigger points are common both in lower and normal medial longitudinal arch. The decrease of the height of the medial longitudinal arch is associated with a greater prevalence of latent trigger points in several lower limb muscles, this being significant in tibialis anterior, flexor digitorum longus and vastus medialis.

KEY WORDS

Medial longitudinal arch; Diagnosis; Lower limb; Prevalence; Myofascial trigger point.

INTRODUCCIÓN

El arco longitudinal interno (ALI) del pie se encarga de realizar importantes funciones durante la bipedestación y la marcha, participando en la absorción de impactos y la transmisión de fuerzas de reacción¹. El ALI presenta importantes diferencias entre individuos, especialmente en su altura, las cuales pueden afectar a dichas funciones².

Los cambios en la altura del ALI pueden tener consecuencias en otras estructuras. Así, un ALI de menor altura se asocia a una pronación de la articulación subastragalina (ASA), mientras que un aumento de su altura lo hace a una supinación de dicha articulación³. Un ALI bajo y una pronación de la ASA se relacionan, además, con diversas alteraciones en la alineación de la extremidad inferior, especialmente durante la carga. Varios autores han sugerido que un descenso en la altura del ALI y una pronación de la ASA se asocian con una rotación interna de la tibia⁴, una disminución de la torsión externa tibial⁵, una laxitud anterior de la rodilla^{6,7}, un aumento del genu recurvatum⁵ o un aumento de la anteversión de la pelvis⁸. Además, también pueden crear un estrés en rotación en la rodilla⁹ y aumentar la presión lateral en la articulación femoropatelar¹⁰.

Por todo ello la altura del ALI se considera un factor relevante en la aparición de lesiones en la extremidad inferior¹¹; así, tanto un incremento como una disminución en la misma producen un aumento del riesgo de lesiones¹². Un aumento del test de caída del escafoides (TCE) (>10 milímetros), prueba empleada para el estudio de la altura del ALI, favorece la presencia de síndrome del estrés tibial^{13,14} y del síndrome femoropatelar^{10,15,16}. Así, sujetos con un TCE>10 milímetros presentan 3,4 veces más riesgo de desarrollar síndrome femoropatelar que los sujetos que presentan un TCE de 4 milímetros. También este tipo de pie se ha relacionado con lesiones sin contacto

del ligamento cruzado anterior de la rodilla^{17,18}. Hertel et al¹⁹ demostraron que los sujetos con un TCE mayor a 9 milímetros tenían 20 veces más riesgo de sufrir esta lesión que sujetos con un TCE de 6,3 milímetros. Del mismo modo, los sujetos con artrosis medial de rodilla presentan pronación del pie²⁰ y un TCE mayor que los controles sin lesión²¹. Por último, también ha sido sugerida la posible relación entre la altura del ALI y la presencia de dolor lumbar²².

La altura del ALI puede afectar a diversas funciones, incluida la estabilidad postural²³, la distribución de la presión plantar²⁴ y la actividad muscular²⁵. Así, un ALI bajo se asocia a cambios en la actividad muscular de la extremidad inferior. Aquellos individuos que presentan una disminución en la altura del ALI y una ASA pronada muestran una mayor actividad electromiográfica de la musculatura inversora de tobillo y menor de la eversora²⁶. Esta tipología de pie también afecta a la actividad del vasto medial (VM), el vasto lateral (VL) y el bíceps femoral²⁷. Un TCE mayor a 8 milímetros modifica la respuesta neuromuscular de cuádriceps, isquiosurales y gastrocnemios durante perturbaciones en carga²⁸. Además, un TCE \geq 13 milímetros disminuye la fuerza concéntrica de los flexores plantares comparados con sujetos con un ALI de altura normal²⁹. También se ha sugerido que un ALI bajo necesita de un mayor soporte muscular durante la marcha³⁰ y esto podría explicar la fatiga y disfunción muscular.

El punto gatillo miofascial (PGM) es un foco hiperirritable dentro de una banda tensa de tejido muscular, siendo doloroso a la compresión, estiramiento y sobrecarga del músculo³¹. Los PGMs pueden clasificarse en activos (PGAs) o latentes (PGLs). Un PGA produce dolor espontáneo, tanto local como referido, disfunción motora, fenómenos autónomos y respuesta de espasmo local (REL) cuando es estimulado de forma correcta³². Un PGL no causa dolor espontáneo; sin embargo, tanto el dolor

como otros síntomas pueden ser inducidos mediante la estimulación manual o por medio de aguja del PGL, aunque la respuesta en este caso será menor³³.

Tanto los PGAs como los PGLs son comunes en sujetos con dolor musculoesquelético^{34,35}. Además, los PGLs también están presentes en sujetos sanos. Así, son varios los autores que han estudiado la prevalencia de PGLs en la musculatura del hombro. Sola et al³⁶ encontraron uno o más PGLs en el 49,5% de los 200 individuos sin lesión que estudiaron, mientras que Lucas et al³⁷ observaron que cerca del 90% de los 154 sujetos sanos estudiados presentaban al menos un PGL en dicha musculatura. Respecto a la extremidad inferior, Grieve et al³⁸ encontraron una prevalencia de entre 13% y 30% de PGLs en los gastrocnemios y sóleo en sujetos sin lesión.

Los PGLs presentan alteraciones bioquímicas^{39,40}, actividad eléctrica espontánea⁴¹⁻⁴³ y cambios en ecografía⁴⁴. Aunque son considerados como una lesión menor, van a producir una disminución en la fuerza muscular³¹, afectando a la inhibición recíproca⁴², facilitando la aparición de calambres musculares⁴⁰ y disminuyendo el rango de movilidad articular (RMA)⁴³. Además, los PGLs afectan a los patrones de actividad muscular, mostrándose una mayor variabilidad en dichos patrones y disminuyendo la eficacia del movimiento⁴⁵.

Son varios los factores que se relacionan con la presencia de PGMs, incluyéndose entre los mismos los cambios en alineación normal y la postura³¹. Así, un ALI bajo se ha considerado como un factor de activación y perpetuación de diversos PGMs, entre los que se encuentran el VM, el peroneo lateral largo (PLL), el peroneo lateral corto (PLC), el tibial posterior (TP) y el flexor común de los dedos (FCD)⁴⁶. Sin embargo, no

hay estudios que hayan evaluado la relación entre una disminución de la altura del ALI y la presencia de PGMs (tanto PGAs como PGLs). Es por ello que el objetivo del presente estudio es estudiar la prevalencia de los PGLs en diversos músculos de la extremidad inferior en sujetos con el ALI bajo comparados con sujetos con una altura normal del ALI (controles). Secundariamente también se evaluó la fiabilidad intraobservador del TCE y de los criterios diagnósticos específicos de PGLs.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Se ha realizado un estudio observacional para valorar la prevalencia de los PGLs en diversos músculos de la extremidad inferior en sujetos que presentaban un descenso en la altura del ALI comparado con controles (altura normal del ALI). En el estudio se incluyeron sujetos voluntarios. Todos ellos fueron previamente informados de los objetivos y procedimientos del estudio, cumplimentando un consentimiento informado antes de ser incluidos en el mismo (anexo 7). En el trabajo se siguieron los principios de la Declaración de Helsinki de 1975, siendo aprobado por el Comité de Ética de la Universidad CEU-San Pablo. Los criterios de inclusión fueron la presencia de una TCE ≥ 10 milímetros en el caso del grupo de sujetos con el ALI bajo y un TCE entre 5 y 9 milímetros en el grupo control (sujetos con una altura normal del ALI)^{23,47,48}. A fin de evitar otros factores que pudieran afectar a la prevalencia de los PGLs, se establecieron los siguientes criterios de exclusión: cirugías previas, lesiones agudas, deformidades o disminución del RMA en la extremidad inferior, presencia de dolor o de enfermedades sistémicas o neurológicas que puedan afectar a la percepción del dolor. Se estudió la extremidad dominante de cada uno de los individuos, determinándose la misma por medio del test de golpeo de la pelota⁴⁹.

Procedimiento

Después de haber evaluado si los sujetos cumplían los criterios de inclusión, se recogieron las variables sociodemográficas, las cuales incluyeron la edad, el sexo, la altura, el peso y el índice de masa corporal (anexo 8). El TCE se evaluó empleándose una modificación del test propuesto por Brody⁵⁰ (Figura 1): en primer lugar, se marcó la tuberosidad del escafoides empleándose un lápiz dermográfico, mientras que el sujeto se encontraba de pie sobre el suelo. Después, se palparon las caras medial y lateral de la cabeza del astrágalo, situando el índice sobre la porción anteromedial de la cúpula talar y el pulgar sobre el seno del tarso. El pie fue llevado a posición de eversión e inversión de forma lenta, hasta que las depresiones debajo de los dedos fueron iguales y la ASA se encontraba neutralizada. Se midió la distancia de la tuberosidad del escafoides al suelo (en milímetros). Después, se volvió a medir esta distancia en posición relajada. El TCE es la diferencia entre estas dos mediciones⁵⁰. Se realizaron tres mediciones, recogiendo el valor medio.



Figura 1. Arco longitudinal interno y tuberosidad del escafoides.

Metodología

La prevalencia de los PGLs se evaluó por medio de técnicas palpatorias según los criterios descritos por Simons et al⁴⁶ en los siguientes músculos: gastrocnemios (PGL1 y PGL2), sóleo (PGL1), PLL, PLC, tibial anterior (TA), extensor común de los dedos (ECD), FCD, recto femoral (RF), VM (PGL1 y PGL2) y VL (PGL1 y PGL2). Los procedimientos empleados fueron los siguientes: palpación plana con los sujetos en supino y la rodilla en extensión para el cuádriceps (RF, VL y VM), TA, ECD, PLL y PLC; palpación en pinza con los individuos en decúbito lateral con la rodilla en flexión para los gastrocnemios (Figura 2); palpación plana con el sujeto en decúbito lateral para el FCD (con la rodilla flexionada y tobillo en flexión plantar) y el sóleo (rodilla flexionada). El orden de evaluación de los PGL se aleatorizó para cada sujeto.



Figura 2. Palpación del PGL2 del gastrocnemio.

El diagnóstico de PGL se realizó por medio de los criterios recomendado por Simons et al³¹: presencia de banda tensa en tejido muscular; presencia de foco hiperirritable; reproducción del dolor referido a la compresión del PGL; signo del salto; REL

provocada por la palpación súbita de la banda tensa. Se consideró positivo si existían dos o más criterios³⁸.

A fin de confirmar el diagnóstico de PGL, se midió el umbral de dolor a la presión (UDP) (kg/cm^2) en los focos potenciales de PGLs. El UDP, que se define como *la mínima presión necesaria para producir dolor o molestia*⁵¹, fue medido por medio de un algómetro analógico (Wagner Instruments, USA). En primer lugar, se localizó el punto de máxima sensibilidad con el dedo. Después, se colocó la punta del algómetro de forma perpendicular sobre la superficie de la piel, realizándose una presión que fue incrementada de forma continua (1 kg/s). Se solicitó a los sujetos que informasen cuando percibiesen dolor o molestia⁵¹. Se realizaron tres mediciones con un intervalo de 30 segundos, empleándose la media para el cálculo del umbral de presión³⁷.

Tanto los PGLs como el TCE fueron evaluados por un fisioterapeuta con más de 15 años de experiencia en el manejo del síndrome de dolor miofascial y seis años de experiencia en la utilización del TCE. El TCE se realizó antes de valorar la presencia de PGLs, encontrándose el examinador cegado sobre su resultado.

Cálculo del tamaño muestral

Para calcular el tamaño muestral se realizó previamente un estudio piloto interno ($n=40$), utilizándose la prevalencia media obtenida en los músculos que pueden presentar PGLs. La prevalencia encontrada en el grupo control ($n=20$; 12 mujeres y 8 hombres; edad media= $23,313 \pm 3,624$ años) fue de un 20%, mientras que en el grupo con el ALI bajo ($n=20$; 13 mujeres y 7 hombres; edad media= $23,832 \pm 4,452$ años) fue de un 40%. Se empleó el programa informático ENE (versión 3.0), con un nivel de precisión del 5% y un poder estadístico del 80%. El tamaño muestral requerido fue de

Metodología

82 sujetos por grupo. En el grupo control se incluyeron 48 mujeres (58,537%) y 34 hombres (41,463%), mientras que en el grupo de ALI bajo 44 mujeres (53,659%) y 38 hombres (46,342%). La Tabla 1 muestra las variables sociodemográficas de los sujetos de ambos grupos. No se encontraron diferencias significativas en estas variables entre grupos.

| | <i>Grupo Control</i> | | <i>Grupo ALI disminuido</i> | | |
|---------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------|
| | Media | Desviación típica | Media | Desviación típica | |
| Edad | 22,842 | 3,898 | Edad | 23,597 | 5,329 |
| Altura | 1,676 | 0,099 | Altura | 1,684 | 0,097 |
| Peso | 68,441 | 11,213 | Peso | 69,759 | 11,607 |
| IMC | 23,916 | 1,720 | IMC | 24,507 | 1,967 |

Tabla 1. Variables sociodemográficas de la muestra estudiada (n=164). IMC: índice de masa corporal.

Fiabilidad

El estudio de la fiabilidad intraobservador de los procedimientos empleados en el estudio principal se realizó por medio del estudio piloto interno, empleándose un estudio test-retest (n=40) (25 mujeres y 15 hombres; edad media=23,525±3,981 años), siendo la exploración realizada por un fisioterapeuta experimentado, con un intervalo de 48 horas entre cada medición. Tanto los sujetos como el explorador estuvieron cegados respecto a los resultados de la exploración.

Análisis estadístico

La normalidad en la distribución de la muestra se evaluó por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov, utilizando la corrección de Lilliefors en los supuestos necesarios. En el caso de normalidad, se emplearon pruebas estadísticas paramétricas. El análisis descriptivo se realizó utilizando frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas, y medias y desviaciones típicas para las variables cuantitativas.

Para el estudio de fiabilidad del diagnóstico de los PGLs se empleó la kappa de Cohen, mientras que para el TCE y el UDP se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (CCI) e intervalos de confianza del 95% (CI 95%). El CCI se ha realizado utilizando un modelo alfa de 2 factores con efecto mixto y tipo de consistencia de acuerdo absoluto. La interpretación de la kappa de Cohen se realizó de la siguiente manera: <0,20, pobre; 0,21 a 0,40, débil; 0,41 a 0,60, moderada; 0,61 a 0,80, buena; 0,81 a 1, muy buena⁵². El CCI se interpretó de la siguiente forma: <0,30, mala; 0,31 a 0,50, mediocre; 0,51 a 0,70, moderada; 0,71 a 0,90, buena y >0,91 muy buena⁵³.

Para analizar las diferencias entre las variables sociodemográficas cuantitativas y el número total de PGLs entre grupos, se empleó la t de Student para variables independientes. La prueba de X^2 se utilizó para evaluar las diferencias entre grupos en las variables sociodemográficas cuantitativas y la prevalencia de PGLs en cada músculo. El análisis estadístico se realizó por medio del programa informático SPSS (versión 20.0), con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

Fiabilidad

La fiabilidad del TCE fue muy buena en ambos grupos, con valores del CCI ($p < 0,01$) de 0,935 (IC 95%=0,853-0,972) en el grupo control y 0,925 (IC 95%=0,821-0,970) en el grupo de sujetos con el ALI disminuido.

La fiabilidad del diagnóstico de PGL fue muy buena en los dos grupos, excepto para el PGL1 del sóleo (0,773). La fiabilidad fue buena o muy buena en el caso de los criterios específicos. La fiabilidad de la REL no pudo ser calculada, debido a que estuvo ausente en la mayoría de los músculos. El UDP también presentó una fiabilidad buena o muy buena. Las Tablas 2 y 3 muestran la fiabilidad del diagnóstico de los PGLs, así como de los criterios diagnósticos específicos; en todos los casos, la p ha sido inferior a 0,01.

Metodología

| | Banda tensa | Foco hiperirritable | Signo del salto | Dolor referido | Presencia de PGL | UDP |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| PGL1 gastrocnemio | 1 | 1 | 0,828 | 1 | 1 | 0,903 (0,772-0,960) |
| PGL2 gastrocnemio | 1 | 0,828 | 1 | 0,773 | 0,857 | 0,844 (0,648-0,935) |
| PGL1 sóleo | 0,857 | 0,773 | 0,857 | 1 | 1 | 0,856 (0,636-0,943) |
| PGL PLL | 0,857 | 0,857 | 1 | 0,857 | 1 | 0,923 (0,806-0,970) |
| PGL PLC | 0,773 | 1 | 1 | 0,773 | 0,857 | 0,848 (0,616-0,940) |
| PGL ECD | 0,875 | 0,875 | 1 | 0,875 | 0,875 | 0,907 (0,766-0,963) |
| PGL tibial anterior | 1 | 0,857 | 0,773 | 1 | 1 | 0,893 (0,750-0,956) |
| PGL FCD | 1 | 1 | 0,875 | 1 | 0,875 | 0,891 (0,725-0,957) |
| PGL recto femoral | 0,875 | 1 | 0,643 | 1 | 1 | 0,838 (0,635-0,932) |
| PGL1 vasto medial | 1 | 1 | 0,875 | 1 | 1 | 0,883 (0,728-0,952) |
| PGL2 vasto medial | 0,894 | 1 | 0,857 | 0,857 | 1 | 0,864 (0,689-0,944) |
| PGL1 vasto lateral | 1 | 1 | 0,875 | 1 | 0,875 | 0,921 (0,854-0,942) |
| PGL2 vasto lateral | 1 | 0,828 | 0,773 | 1 | 0,828 | 0,864 (0,689-0,944) |

Tabla 2. Valores de la Kappa de Cohen de los criterios diagnósticos y del coeficiente de correlación intraclase (intervalo de confianza al 95%) para el umbral de dolor a la presión en el grupo con el ALI disminuido (n=20). $p < 0,01$ en todos los casos. ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; UDP: umbral de dolor a la presión.

Metodología

| | Banda tensa | Foco hiperirritable | Signo del salto | Dolor referido | Presencia de PGL | UDP |
|----------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| PGL1 gastrocnemio | 1 | 1 | 0,643 | 0,828 | 1 | 0,864 (0,656-0,946) |
| PGL2 gastrocnemio | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,918 (0,804-0,967) |
| PGL1 sóleo | 1 | 1 | 0,647 | 0,773 | 0,773 | 0,867 (0,665-0,947) |
| PGL PLL | 1 | 1 | 0,875 | 1 | 1 | 0,923 (0,806-0,970) |
| PGL PLC | 0,773 | 1 | 1 | 0,773 | 0,857 | 0,926 (0,812-0,971) |
| PGL ECD | 1 | 1 | 0,898 | 0,857 | 0,898 | 0,869 (0,700-0,946) |
| PGL tibial anterior | 1 | 0,857 | 0,773 | 1 | 1 | 0,893 (0,750-0,956) |
| PGL FCD | 1 | 0,857 | 0,857 | 1 | 1 | 0,910 (0,771-0,964) |
| PGL recto femoral | 1 | 0,875 | 0,643 | 1 | 0,875 | 0,834 (0,628-0,931) |
| PGL1 vasto medial | 0,898 | 1 | 0,857 | 1 | 0,898 | 0,872 (0,704-0,947) |
| PGL2 vasto medial | 0,857 | 0,875 | 1 | 0,773 | 0,857 | 0,824 (0,637-0,926) |
| PGL1 vasto lateral | 0,898 | 0,898 | 0,857 | 0,857 | 0,898 | 0,919 (0,795-0,968) |
| PGL2 vasto lateral | 0,783 | 0,886 | 0,780 | 0,780 | 0,894 | 0,857 (0,673-0,941) |

Tabla 3. Valores de la Kappa de Cohen de los criterios diagnósticos y del coeficiente de correlación intraclassa (intervalo de confianza del 95%) para el umbral de dolor a la presión en el grupo control (n=20). p<0,01 en todos los casos. ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; UDP: umbral de dolor a la presión.

Prevalencia de PGLs

Cincuenta siete sujetos del grupo control (69,512%) presentaron al menos un PGL en los músculos evaluados. En el grupo del ALI bajo, 60 sujetos (73,171%) presentaron uno o más PGLs. Este grupo mostró un mayor número de PGLs ($4,463 \pm 4,077$) que el grupo control ($3,317 \pm 3,243$), existiendo diferencias significativas ($p < 0,05$).

La prevalencia de cada PGL (Figura 3) y de los criterios diagnósticos se muestra en las Tablas 4 y 5. Existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuando al número de sujetos que presentan PGLs en el FCD, el TA y el VM (PGL1 y PGL2), siendo mayores en el grupo con el ALI disminuido que en el grupo control.

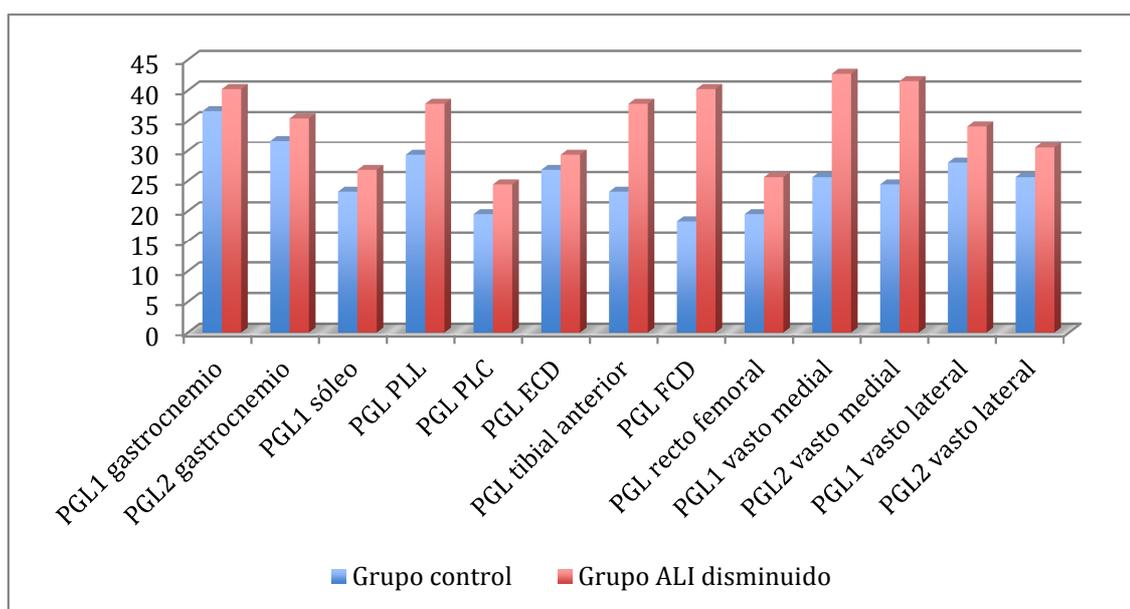


Figura 3. Prevalencia (%) de PGLs en la musculatura estudiada en el grupo de ALI disminuido (n=82) y en el grupo control (n=82). Existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en el tibial anterior, el flexor común de los dedos y el vasto medial. ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo.

Metodología

| | Presencia de PGL | Banda tensa | Foco hiperirritable | Signo del salto | Dolor referido | REL |
|----------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|---------------|
| PGL1 gastrocnemio | 30 (36,585%) | 30 (100%) | 30 (100%) | 6 (20%) | 12 (40%) | 1 (3,333%) |
| PGL2 gastrocnemio | 26 (31,707%) | 26 (100%) | 26 (100%) | 5 (19,231%) | 11 (42,308%) | 1 (3,846%) |
| PGL1 sóleo | 19 (23,171%) | 19 (100%) | 19 (100%) | 2 (10,526%) | 6 (31,579%) | 0 |
| PGL PLL | 24 (29,269%) | 24 (100%) | 24 (100%) | 5(20,833%) | 9 (37,5%) | 1 (4,167%) |
| PGL PLC | 16 (19,512%) | 15 (93,750%) | 16 (100%) | 1 (6,250%) | 5 (31,250%) | 0 |
| PGL ECD | 22 (26,829%) | 22 (100%) | 22 (100%) | 4 (18,182%) | 7 (31,812%) | 0 |
| PGL FCD | 15 (18,3%) | 15 (100%) | 14 (93,333%) | 1 (6,667%) | 5 (33,333%) | 0 |
| PGL tibial anterior | 19 (23,171%) | 19 (100%) | 19 (100%) | 3 (15,790%) | 8 (42,105%) | 1 (5,263%) |
| PGL recto femoral | 16 (19,512%) | 16 (100%) | 16 (100%) | 1 (6,250%) | 5 (31,250%) | 0 |
| PGL1 vasto medial | 21 (25,610%) | 21 (100%) | 21 (100%) | 2 (9,524%) | 7 (33,333%) | 1 (4,762%) |
| PGL2 vasto medial | 20 (24,390%) | 20 (100%) | 19 (95%) | 3 (15%) | 7 (35%) | 0 |
| PGL1 vasto lateral | 23 (28,049%) | 23 (100%) | 22 (95,652%) | 4 (17,391%) | 8 (34,783%) | 1 (4,348%) |
| PGL2 vasto lateral | 21 (25,610%) | 20 (95,238%) | 21 (100%) | 3 (14,286%) | 8 (38,095%) | 0 |

Tabla 4. Prevalencia de los PGLs y criterios diagnósticos específicos en el grupo control . Los valores se muestran en número de sujetos y (porcentajes). ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; REL: respuesta de espasmo local.

Metodología

| | Presencia de PGL | Banda tensa | Foco hiperirritable | Signo del salto | Dolor referido | REL |
|----------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------|
| PGL1 gastrocnemio | 33 (40,244%) | 33 (100%) | 33 (100%) | 7 (21,121%) | 13 (39,394%) | 1 (3,03%) |
| PGL2 gastrocnemio | 29 (35,366%) | 29 (100%) | 29 (100%) | 6 (20,690%) | 13 (44,828%) | 1 (3,448%) |
| PGL1 sóleo | 22 (26,829%) | 22 (100%) | 22 (100%) | 2 (9,091%) | 7 (31,818%) | 0 |
| PGL PLL | 31 (37,805%) | 31 (100) | 31 (100) | 6 (19,355%) | 10 (32,258%) | 1 (3,226%) |
| PGL PLC | 20 (24,390%) | 19 (95%) | 19 (95%) | 2 (10 %) | 7 (35 %) | 0 |
| PGL ECD | 24 (29,268%) | 24 (100%) | 23 (95,833%) | 4 (16,667%) | 7 (29,167%) | 0 |
| PGL FCD | 33 (40,244%) | 32 (96,970%) | 32 (96,970%) | 1 (3,030%) | 11 (33,333%) | 0 |
| PGL tibial anterior | 31 (37,805%) | 31 (100%) | 31 (100%) | 4 (12,903%) | 12 (38,710%) | 1 (3,226 %) |
| PGL recto femoral | 21 (25,610%) | 21 (100%) | 21 (100%) | 1 (4,762%) | 7 (33,333%) | 0 |
| PGL1 vasto medial | 35 (42,683%) | 35 (100%) | 34 (97,143%) | 3 (8,571%) | 11 (31,429%) | 1 (2,857 %) |
| PGL2 vasto medial | 34 (41,463%) | 34 (100%) | 34 (100%) | 6 (17,647%) | 13 (38,235%) | 0 |
| PGL1 vasto lateral | 28 (34,146%) | 28 (100%) | 28 (100%) | 3 (10,714%) | 11 (39,286%) | 1 (3,571%) |
| PGL2 vasto lateral | 25 (30,488%) | 24 (96%) | 25 (100%) | 4 (16%) | 9 (36%) | 1 (4%) |

Tabla 5. Prevalencia de los PGLs y criterios diagnósticos específicos en el grupo de sujetos con el ALI disminuido. Los valores se muestran en número de sujetos y (porcentajes). ECD: extensor común de los dedos; FCD: flexor común de los dedos; PGL: punto gatillo latente; PLC: peroneo lateral corto; PLL: peroneo lateral largo; REL: respuesta de espasmo local.

DISCUSIÓN

Fiabilidad

En el presente estudio, el TCE mostró una fiabilidad intraobservador muy buena. Otros estudios mostraron similares resultados, tanto en sujetos sanos^{10,16,28} como en sujetos lesionados^{10,16}. La fiabilidad del diagnóstico de PGLs ha sido muy buena en todos los músculos evaluados, con la excepción del PGL1 del sóleo en el grupo control (0,773). La presencia de la banda tensa y del foco hiperirritable mostraron una fiabilidad muy buena en casi todos los músculos estudiados, mientras que en caso del signo del salto la misma fue buena en ocho de los PGLs estudiados, y muy buena en el resto. Es de destacar que no hay estudios previos que hayan estudiado la fiabilidad de estos criterios diagnósticos en la extremidad inferior.

La REL estuvo ausente en la mayoría de los músculos valorados. En un estudio previo, la REL solo se encontró en un 1% del total de la muestra estudiada (n=220)³⁸. Este es el criterio más difícil de obtener por medio de palpación³¹, siendo, además, el menos fiable en la musculatura del hombro⁵⁴. El UDP a la presión fue buena o muy buena en todos los PGLs evaluados (0,824-0,926). La fiabilidad intraobservador del UDP ha sido estudiada en los músculos del hombro, encontrándose resultados similares a los nuestros³⁷.

Prevalencia de los PGLs

El principal objetivo del presente estudio fue valorar si existían diferencias significativas en la prevalencia de PGLs entre sujetos que presentaban una menor altura del ALI y controles. Es de destacar que el grupo con el ALI disminuido presentó un mayor número de PGLs que los controles ($p < 0,05$). No se han encontrado estudios previos que evaluaran la prevalencia de PGLs en sujetos con el ALI bajo. Sin

embargo, se ha señalado que la presencia de alteraciones mecánicas puede estar relacionada con el desarrollo de PGMs^{31,55}; entre las mismas se incluyen la presencia de una hemipelvis pequeña o de brazos cortos⁴⁶. A este respecto, un descenso en la altura del ALI y/o una pronación de la ASA pueden ser factores de activación y perpetuación en diversos PGMs, incluidos en el PLL, el PLC, el FCD, el TP y el VM⁴⁶. Esto podría deberse al hecho de que un pie plano y pronado pudiese producir una discrepancia en la longitud de las extremidades inferiores o producir cambios en la actividad muscular durante la marcha⁴⁶.

En el presente estudio se encontraron diferencias significativas en el total de PGLs entre los grupos ($p < 0,05$), siendo mayor en el grupo de sujetos con el ALI disminuido (media=4,463±4,077) que en el grupo control (media=3,317±3,243). Por lo tanto, los PGLs son más prevalentes en individuos con el ALI bajo. Aunque no se han encontrado estudios previos que hayan evaluado estas relación, otros autores han estudiado la prevalencia de algunos PGLs en las extremidades inferiores. Grieve et al³⁸ encontraron, en una muestra de 220 sujetos, que la prevalencia de PGLs se encontraba entre el 19% y el 30% en los gastrocnemios, y entre el 13% y el 21% en el sóleo. Torres-Chica et al⁵⁶ encontraron un número similar de PGLs en controles (4±1) y en sujetos con dolor postmeniscectomía (4±4). En los controles asintomáticos, la mayor prevalencia se encontró en el gastrocnemio medial (57,6%-63,6%) y la menor en el RF (3%-6,1%). Tanto nuestros resultados como los obtenidos por otros autores sugieren que los PGLs son comunes en sujetos sin lesión. Además, los PGLs son fuentes potenciales de disfunción, afectando a la función muscular⁴⁵ y al RMA⁴³, pudiendo convertirse en PGAs⁵⁷.

Otros autores también han estudiado la prevalencia de los PGLs en sujetos lesionados. De hecho, los PGLs son comunes en sujetos con epicondilalgia lateral³⁴,

compromiso en el espacio subacromial⁵⁸ o cefalea tensional⁵⁹. Respecto a las extremidades inferiores, Roach et al⁶⁰ encontraron que los sujetos con síndrome femoropatelar presentaban una alta prevalencia de PGMs en el glúteo medio y el cuadrado lumbar. Como se ha señalado anteriormente, Torres-Chica⁵⁶ estudiaron la prevalencia de PGLs en sujetos con dolor postmeniscectomía, los cuales mostraron un número similar de PGLs que los controles, aunque una mayor prevalencia de PGAs. Henry et al⁶¹ encontraron que los sujetos en lista de espera para artroplastia presentaban más PGAs en los músculos de la rodilla, incluidos los gastrocnemios, el VM y el VL.

Este es el primer trabajo que evalúa la relación entre la disminución de la altura del ALI y la presencia de PGLs en la extremidad inferior. Se ha encontrado que los sujetos con el ALI disminuido presentaron más PGLs que los controles en todos los músculos estudiados, existiendo diferencias significativas en el FCD, el TA y el VM. Esto puede tener relevancia clínica. Así, la prevalencia de los PGLs en el FCD en el grupo de sujetos con el ALI bajo fue el doble que en el grupo control. Los individuos que presentan un ALI bajo pueden desarrollar más PGLs debido a las alteraciones que produce el pie plano durante la marcha^{21,30,62}. Estos sujetos presentan diferencias en la actividad electromiográfica durante la marcha²⁶, lo que puede producir fatiga en los músculos afectados, y dicha fatiga podría ser una causa del desarrollo de PGMs³¹.

Simons et al⁴⁶ sugirieron que la presencia de un descenso en la altura del ALI y una pronación de la ASA pronada son factores causales en el desarrollo de PGMs en el PLL, el PLC, el FCD, el TP y el VM. En nuestro estudio, se han encontrado diferencias significativas en la prevalencia de PGLs entre el grupo con el ALI disminuido y los controles en los músculos TA, VM y FCD, pero no en el PLL ni en el PLC. Una posible causa del desarrollo de PGLs en el grupo de sujetos con el ALI bajo puede ser las

alteraciones que este tipo de pie produce durante la marcha. Así, el TA presenta una mayor actividad electromiográfica ($p < 0,05$) durante las fases de contacto y apoyo^{30,63}, y posee, además, un tendón más grueso en los sujetos con el pie plano que en los sujetos con el ALI de altura normal⁶⁴. Estos resultados pueden relacionarse con la actividad que realiza el TA para controlar el pie durante la fase de contacto de la marcha en caso de pie plano⁶⁴, lo que puede deberse a la desaceleración de la flexión plantar del tobillo o a la resistencia a la pronación del pie⁶⁵.

No se han encontrado estudios previos en los que se haya evaluado la prevalencia de PGLs en el FCD, ni en sujetos sanos ni en sujetos lesionados. En nuestro estudio, los sujetos con el ALI disminuido han presentado, de forma significativa ($p < 0,05$), una mayor prevalencia que los sujetos del grupo control. Este músculo presenta un mayor área y grosor en sujetos que presentan una disminución en la altura del ALI que en sujetos con el ALI normal⁶⁶. El FCD es uno de los músculos que se encarga de la estabilidad del ALI⁶⁷ y esa hipertrofia puede estar relacionada con la actividad compensatoria en el mantenimiento del ALI y en producir una supinación en el pie⁶⁶.

El último músculo con una mayor prevalencia en el grupo de sujetos con el ALI bajo ha sido el VM. Este músculo también muestra una mayor actividad muscular en estos sujetos, especialmente cuando aumenta la velocidad de la marcha⁶⁸. Es posible que esto se relacione con las alteraciones cinemáticas producidas por la disminución en la altura del ALI y en la pronación de la ASA.

Aunque Simons et al⁴⁶ sugirieron que la presencia de un descenso en la altura del ALI y un pie pronado podría ser una causa de desarrollo de PGLs en el PLL y el PLC, en el presente estudio no se han encontrado diferencias significativas en su prevalencia

entre sujetos con el ALI disminuido y controles. La función del PLL y el PLC en el control de la altura del ALI no está tan clara como la función de otros músculos⁶⁶. Aunque el PLC puede encargarse de elevar el ALI a través de la flexión plantar del primer metatarsiano, el mismo presenta una menor actividad electromiográfica durante la fase de contacto de la marcha en sujetos con el pie plano^{30,63}. Además, en este tipo de sujetos también se ha encontrado una menor área de sección, así como un tendón más fino⁶⁶. Son varias las causas que se relacionan con esta menor actividad en este tipo de pie: un menor volumen y momento de fuerza en el PLL comparado con otros músculos supinadores⁶⁶ y una menor inestabilidad lateral en los sujetos con ALI bajo, lo que hace que se requiere una menor actividad del PLL⁶³.

Otros músculos que no presentaron diferencias significativas en la prevalencia de PGLs fueron los gastrocnemios, el sóleo y el ECD. La prevalencia de PGLs en los gastrocnemios y el sóleo encontrada en nuestro estudio fue similar a la presenta en otros trabajos³⁸. El efecto de la altura del ALI sobre la actividad muscular de los gastrocnemios no está claro. Hunt y Smith³⁰ encontraron que los sujetos con un pie plano presentaban una mayor actividad electromiográfica en los gastrocnemios en el comienzo de la fase de apoyo, pero menor durante el final de la misma que los controles. Por el contrario, Murley et al⁶³ mostraron que la altura del ALI no afectaba a la actividad electromiográfica de los mismos.

La presencia de PGLs en la musculatura de la extremidad inferior es frecuente tanto en sujetos con el ALI disminuido como en controles. La mayor prevalencia de PGLs en sujetos con el ALI bajo, especialmente en el TA, el FCD y el VM, que tiene una importancia clínica, implica que en el manejo del síndrome del dolor miofascial es necesaria una evaluación y control de la altura del ALI. Aunque los PGLs no producen dolor espontáneo, sí que pueden producir otros síntomas, afectando a la eficacia del

movimiento⁴⁵ y pueden convertirse en PGAs si las causas que los provocan no se corrigen^{31,33}. Diversos autores han demostrado que el control de la altura del ALI produce modificaciones en la actividad electromiográfica, disminuyendo la misma en el TA y el TP^{69,70} y aumentando la del PLL^{26,71}.

Limitaciones

El presente estudio tiene una serie de limitaciones potenciales. La primera de ellas es que se ha evaluado solo la presencia de PGLs en sujetos sin dolor. Será necesario realizar en un futuro un estudio en el que se estudie la prevalencia de PGAs.

La segunda limitación es que no se ha evaluado el músculo TP. El TP es uno de los músculos más importantes en el mantenimiento del ALI⁶⁷, y su disfunción puede producir un pie plano⁷². Se cree que el ALI en un pie plano sufre una mayor carga que en un pie normal, lo que hace que se requiera un mayor trabajo por parte del TP⁶³. Además, el TP presenta una mayor actividad electromiográfica⁷³, especialmente durante las fases de medio apoyo y de propulsión, en sujetos con pie plano que en controles⁶³. En este estudio no se ha podido incluir el TP, debido a que es un músculo profundo, no siendo posible su palpación directa, sino a través del sóleo⁴⁶. Esto complica el diagnóstico de PGLs, al no existir un dolor espontáneo como ocurre en el caso de los PGAs.

Por último, es necesario estudiar cuáles son los mecanismos involucrados en el hecho de que los sujetos con un ALI disminuido presenten un mayor prevalencia de PGLs en la musculatura de las extremidades inferiores.

CONCLUSIONES

La fiabilidad en el diagnóstico de PGLs fue muy buena en todos los PGLs estudiados, excepto en el PGL1 del sóleo en el grupo control. La presencia de banda tensa y foco hiperirritable fueron los criterios diagnósticos específicos más fiables y prevalentes en ambos grupos. Es de destacar que la REL estuvo ausente en varios PGLs. El UDP también presentó una fiabilidad buena o muy buena.

La prevalencia de PGLs en la musculatura de la extremidad inferior es mayor en sujetos con un descenso en la altura del ALI que en los controles. Así, los sujetos con un pie plano presentan un mayor número total de PGLs y una prevalencia significativamente más alta en el TA, el FCD y el VM que los sujetos con un ALI de altura normal. Por lo tanto, el estudio de la altura del ALI puede ser necesario en el manejo del síndrome del dolor miofascial en la extremidad inferior.

*Estudio publicado en la revista *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*: Zuil-Escobar JC, Martínez-Cepa CB, Martín-Urrialde JA, Gómez-Conesa A. Prevalence of myofascial trigger points and diagnostic criteria of different muscles in function of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med. Rehabil.* 2015;96:1123-30.

BIBLIOGRAFÍA

1. Xiong S, Goonetilleke RS, Witana CP, Weerasinghe TW, Au EY. Foot arch characterization: a review, a new metric, and a comparison. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2010;100:14-24.
2. Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture.* 2002;15:282-91.
3. Donatelli R. Normal biomechanics of the foot and ankle. *Orthop Sports Phys Ther.* 1985;7:91-5.
4. Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987;9:160-5.
5. Nguyen AD, Shultz SJ. Identifying relationships among lower extremity alignment characteristics. *J Athl Train.* 2009;44:511-8.
6. Shultz SJ, Nguyen AD, Levine BJ. The relationship between lower extremity alignment characteristics and anterior knee joint laxity. *Sports Health.* 2009;1:54-60.
7. Shultz SJ, Dudley WN, Kong Y. Identifying multiplanar knee laxity profiles and associated physical characteristics. *J Athl Train.* 2012;47:159-69.
8. Pinto RZ, Souza TR, Trede RG, Kirkwood RN, Figueiredo EM, Fonseca ST. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Man Ther.* 2008;13:513-9.
9. Shultz SJ, Carcia CR, Gasneder BM, Perrin DH. The independent and interactive effects of navicular drop and quadriceps angle on neuromuscular responses to a weight-bearing perturbation. *J Ath Train.* 2006;41:251-9.

10. Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB. Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:286-96.
11. Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther.* 2000;80:864-71.
12. Williams DS 3rd, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2001;16:341-7.
13. Moen MH, Bongers T, Bakker EW, Zimmermann WO, Weir A, Tol JL, Backx FJ. Risk factors and prognostic indicators for medial tibial stress syndrome. *Scand J Med Sci.* 2012;22:34-9.
14. Newman P, Witchalls J, Waddington G, Adams R. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med.* 2013;4:229-41.
15. Mølgaard C, Rathleff MS, Simonsen O. Patellofemoral pain syndrome and its association with hip, ankle, and foot function in 16- to 18-year-old high school students: a single-blind case-control study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2011;101:215-22.
16. Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. *Am J Sports Med.* 2009;37:2108-16.
17. Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24:91-7.
18. Woodford-Rogers B, Cyphert L, Denegar CR. Risk factors for anterior cruciate ligament injury in high school and college athletes. *J Athl Train.* 1994;29:343-6.

19. Hertel J, Dorfman JH, Braham RA. Lower extremity malalignments and anterior cruciate ligament injury history. *J Sports Sci Med*. 2004;3:220-5.
20. Reilly K, Barker K, Shamley D, Newman M, Oskrochi GR, Sandall S. The role of foot and ankle assessment of patients with lower limb osteoarthritis. *Physiotherapy*. 2009;95:164-9.
21. Levinger P, Menz HB, Fotoohabadi MR, Feller JA, Bartlett JR, Bergman NR. Foot posture in people with medial compartment knee osteoarthritis. *J Foot Ank Reserch*. 2010;3:29.
22. Brantingham JW, Lee Gilbert J, Shaik J, Globe G. Sagittal plane blockage of the foot, ankle and hallux and foot alignment-prevalence and association with low back pain. *J Chiropr Med*. 2006;5:123-7.
23. Cote KP, Brunett ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Ath Train*. 2005;40:41-6.
24. Jonely H, Brismée JM, Sizer PS Jr, James Cr. Relationships between clinical measures of static foot posture and plantar pressure during static standing and walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2011;26:873-9.
25. Denyer JR, Hewitt NL, Mitchell AC. Foot structure and muscle reaction time to a simulated ankle sprain. *J Athl Train*. 2013;48:326-30.
26. Murley GS, Landorf KB, Menz HB, Bird AR. Effect of foot posture, foot orthoses and footwear on lower limb muscle activity during walking and running: a systematic review. *Gait Posture*. 2009;29:172-87.
27. Telfer S, Abbott M, Steultjens M, Rafferty D, Woodburn J. Dose–response effects of customised foot orthoses on lower limb muscle activity and plantar pressures in pronated foot type. *Gait Posture*. 2013; 38:443-9.

28. Shultz SJ, Nguyen AD, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynnon BD. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies. *Clin J Sport Med*. 2006;16:155-61.
29. Snook AG. The relationship between excessive pronation as measured by navicular drop and isokinetic strength of the ankle musculature. *Foot Ankle Int*. 2001;22:234-40.
30. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004;19:391-7.
31. Simons DG, Travell J, Simons L. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 1. 2nd ed. Baltimore: William & Wilkins; 1999.
32. Simons DG. Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14:95-107.
33. Li LT, Ge HY, Yue SW, Arendt-Nielsen L. Nociceptive and non-nociceptive hypersensitivity at latent myofascial trigger points. *Clin J Pain*. 2009;25:132-7.
34. Fernández-Carnero J, Fernández-de-las-Peñas C, de la Llave-Rincón AI, Ge HY, Arendt-Nielsen L. Clin J Pain Prevalence of and referred pain from myofascial trigger points in the forearm muscles in patients with lateral epicondylalgia. 2007;23:353-60.
35. Bron C, Dommerholt J, Stegenga B, Wensing M, Oostendorp RA. High prevalence of shoulder girdle muscles with myofascial trigger points in patients with shoulder pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12:139.
36. Sola AE, Rodenberger MI, Gettys BB. Incidence of hypersensitive areas in posterior shoulder muscles. *Am J Phys Med*. 1955;34:585-90.
37. Lucas KR, Rich PA, Polus BI. How common are latent myofascial trigger points in the scapular positioning muscles? *J Musculosk Pain*. 2008;16:279-86.

38. Grieve R, Barnett S, Coghill N, Cramp F. The prevalence of latent myofascial trigger points and diagnostic criteria of the triceps surae and upper trapezius: a cross sectional study. *Physiotherapy*. 2013;99:278-84.
39. Shah JP, Phillips TM, Danoff JV, Gerber LH. An in vivo microanalytical technique for measuring the local biochemical milieu of human skeletal muscle. *J Appl Physiol*. 2005;99:1977-84.
40. Ge HY, Zhang Y, Boudreau S, Yue SW, Arendt-Nielsen L. Induction of muscle cramps by nociceptive stimulation of latent myofascial trigger points. *Exp Brain Res*. 2008;187:623-9.
41. Ge HY, Monterde S, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Latent myofascial trigger points are associated with an increased intramuscular electromyographic activity during synergistic muscle activation. *J Pain*. 2014;15:181-7.
42. Ibarra JM, Ge HY, Wang C, Martínez Vizcaino V, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Latent myofascial trigger points are associated with an increased antagonistic muscle activity during agonist muscle contraction. *J Pain*. 2011;12:1282-8.
43. Ge HY, Arendt-Nielsen L. Latent myofascial trigger points. *Curr Pain Headache Rep*. 2011;15:386-92.
44. Sikdar S, Shah JP, Gebreab T et al. Novel applications of ultrasound technology to visualize and characterize myofascial trigger points and surrounding soft tissue. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90:1829-38.
45. Lucas KR, Polus BI, Rich PA. Latent myofascial trigger points: their effects on muscle activation and movement efficiency. *J Bodyw Mov Ther*. 2004;8:160-6.
46. Simons DG, Travell J, Simons L. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 2. 2nd ed. Baltimore: William & Wilkins; 1999.

47. Nakhaee Z, Rahimi A, Abaee M, Rezasoltani A, Kalantari KK. The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. *Foot*. 2008;18:84-90.
48. Hargrave MD, Carcia CR, Gansneder BM, Shultz SJ. Subtalar pronation does not influence impact forces or rate of loading during a single-leg landing. *J Athl Train*. 2003;38:18-23.
49. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *J Athl Train*. 1998;33:319-22.
50. Brody D. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am*. 1982;13:542-58.
51. Fischer AA. Reliability of the pressure algometer as a measure of myofascial trigger point sensitivity. *Pain*. 1987;23:411-4.
52. Landis JR, Koch GG. The measurements of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33:159-174.
53. Pita Fernández S, Pértega Díaz S, Rodríguez Maseda E. La fiabilidad en las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para las variables numéricas. *Cad Aten Primaria*. 2003; 10:290-6.
54. Bron C, Franssen J, Wensing M, Oostendorp RAB . Interrater reliability of palpation of myofascial trigger points in three shoulder muscles. *J Man Manip Ther*. 2007;15:203-215.
55. Edwards J. The importance of postural habits in perpetuating myofascial trigger point pain. *Acupunct Med*. 2005;23:77-82.

56. Torres-Chica B, Núñez-Samper-Pizarroso C, Ortega-Santiago R, Cleland JA, Salom-Moreno J, Laguarda-Val S, Fernández-de-las-Peñas C. Trigger points and pressure pain hypersensitivity in people with post-meniscectomy pain. *Clin J Pain*. 2015;31:265-72.
57. Hong CZ, Simons DG. Pathophysiologic and electrophysiologic mechanisms of myofascial trigger points. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79:863-72.
58. Hidalgo-Lozano A, Fernández-de-las-Peñas C, Alonso Blanco C, Ge HY, Arendt-Nielsen L, Arroyo-Morales M. Muscle trigger points and pressure pain hyperalgesia in the shoulder muscles in patients with unilateral shoulder impingement: A blinded, controlled study. *Exp Brain Res* 2010; 202: 915-925.
59. Fernández-de-las-Peñas C, Ge H, Arendt-Nielsen L, Cuadrado ML, Pareja JA. The local and referred pain from myofascial trigger points in the temporalis muscle contributes to pain profile in chronic tension-type headache. *Clin J Pain* 2007; 23: 786-92.
60. Roach S, Sorensen E, Headley B, San Juan JG. Prevalence of myofascial trigger points in the hip in patellofemoral pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2013;94:522-6.
61. Henry R, Cahill CM, Wood G, Hroch J, Wilson R, Cupido T, VanDenKerkhof E. Myofascial pain in patients waitlisted for total knee arthroplasty. *Pain Res Manage*. 2012;17:321-7.
62. Kim MK, Lee YS. A three-dimensional gait analysis of people with flat arched feet on an ascending slope. *J Phys Ther Sci*. 2014;26:1437-40
63. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *J Foot Ankle Res*. 2009;2:35.

64. Murley GS, Tan JM, Edwards RM, De Luca J, Munteanu SE, Cook JL. Foot posture is associated with morphometry of the peroneus longus muscle, tibialis anterior tendon, and Achilles tendon. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24:535-41.
65. Hunt AE, Smith RM, Torode M: Extrinsic muscle activity, foot motion and ankle joint moments during the stance phase of walking. *Foot Ankle Int*. 2001, 22:31-41.
66. Angin S, Crofts G, Mickle KJ, Nester CJ. Ultrasound evaluation of foot muscles and plantar fascia in pes planus. *Gait Posture*. 2014;40:48-52.
67. Thordarson D, Schmotzer H, Chon J, Peters J. Dynamic support of the human longitudinal arch: a biomechanical evaluation. *Clin Orthop*. 1995;316:165-72.
68. Lee CR, Kim MK. The effects on muscle activation of flatfoot during gait according to the velocity on an ascending slope. *J Phys Ther Sci*. 2014;26:675-7.
69. Franettovich M, Chapman A, Vicenzino B. Tape that increases medial longitudinal arch height also reduces leg muscle activity: a preliminary study. *Med Sci Sports Exerc*. 2008 Apr;40:593-600.
70. Franettovich MM, Murley GS, David BS, Bird AR. A comparison of augmented low-Dye taping and ankle bracing on lower limb muscle activity during walking in adults with flat-arched foot posture. *J Sci Med Sport*. 2012;15:8-13.
71. Murley GS, Bird AR. The effect of three levels of foot orthotic wedging on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21:1074-80.
72. Arai K, Ringleb SI, Zhao KD, Berglund LJ, Kitaoka HB, Kaufman KR. The effect of flatfoot deformity and tendon loading on the work of friction measured in the posterior tibial tendon. *Clin Biomech*. 2007;22:592-8.

Metodología

73. Keenan MA, Peabody TD, Gronley JK, Perry J. Valgus deformities of the feet and characteristics of gait in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:237-47.

4. DISCUSIÓN GENERAL

4.1. TCE y parámetros de la huella plantar (AC, IS e ICS): correlación y fiabilidad

Las correlaciones obtenidas entre el TCE y los parámetros de la huella plantar estudiados (AC, IS e ICS) han sido fuertes, tanto en sujetos con o sin la altura del ALI disminuida. Cabe destacar que los valores de la r de Pearson fueron mayores en el Estudio 2, en el que se incluyeron solo sujetos con el ALI bajo ($r=|0,722-0,788|$), que en el Estudio 1, en el cual participaron individuos con distinta tipología de pie ($r=|0,615-0,649|$).

Hasta donde sabemos, este es el primer trabajo que ha estudiado la correlación entre el TCE y el AC, el IS y el ICS. Sin embargo, la correlación entre el TCE y otros parámetros de la huella plantar sí que ha sido evaluada previamente. Así, el TCE presenta una correlación significativa con el IA^{35,64}, aunque la misma muestra valores inferiores a los obtenidos en el presente trabajo, situándose entre débil ($r=0,317$)³⁵ y moderada ($r=0,44-0,57$)⁶⁴. Esto puede ser debido a que el IA se encuentra influido por la composición grasa⁵⁷ y los tejidos blandos del pie^{55,56}, afectando a su interpretación, sobre todo en los pies planos⁵⁵. Por eso, en nuestro trabajo se incluyeron solo sujetos con un IMC<30. Además, el IA es un índice dependiente del área de contacto, mientras que los parámetros utilizados en nuestros estudios están relacionados con la anchura del pie. Así, otro índice no dependiente de la superficie del pie, como es el índice del valgo maleolar, presenta unos niveles de correlación similares a los encontrados en nuestro trabajo ($r=0,613-0,657$)³⁵.

Otros autores han estudiado la correlación entre la medición directa de la altura del escafoides normalizada a la longitud total del pie y el IS y el ICS, obteniendo una correlación fuerte, con valores similares a los nuestros ($r=0,619-0,645$)⁴⁶.

Respecto la fiabilidad intraobservador e interobservador del TCE, la misma ha sido muy buena, mientras que las fiabilidades del AC, el IS y el ICS fueron buenas o muy buenas. Estudios previos señalan que el TCE tiene una fiabilidad intraobservador muy buena, tanto en sujetos sin lesión^{29,51,63,70,117,157,158}, como en sujetos con patologías como síndrome femoropatelar^{51,68}, lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla⁶⁹ o artritis reumatoide⁷⁰. También la fiabilidad interobservador de este test en los estudios previos ha sido muy buena^{51,63,70}. Se trata, por lo tanto, de un test fiable, siempre y cuando lo realicen exploradores entrenados. Así, en el caso de exploradores inexpertos, los niveles de fiabilidad son más bajos^{42,66,157}. Esto es debido a que precisa de experiencia previa¹⁵⁷, sobre todo para localizar de forma exacta la tuberosidad del escafoides¹⁵⁹ y colocar de forma correcta la ASA en posición neutra⁴².

Por lo tanto, el TCE es un método que presenta una buena correlación con el AC, el IS y el ICS, así como una fiabilidad muy buena. Es un método que no presenta efectos adversos, mostrando una correlación significativa con medidas radiológicas^{32,37}. A esto hay que unir el hecho de que posee menos desventajas que las pedigrafías. Así, los sistemas instrumentales que permiten minimizar los problemas de interpretación de las pedigrafías son caros, no siendo accesibles para todos los clínicos. Además, las pedigrafías están influidas por los tejidos blandos de la planta del pie^{55,56} y la composición grasa⁵⁷, lo que pueda dar resultados erróneos en su interpretación³, sobre todo en el caso de los sujetos que presentan un descenso en la altura del ALI⁵⁵. Además, algunos de sus índices no tienen datos normativos usados de forma común para clasificar el ALI^{32,160-162}. Además, el TCE también ha demostrado en el Estudio 2 un correlación fuerte con el FPI-6, otro de los métodos más utilizados para evaluar la

posición del pie^{42,43,163-166}. Se trata, por lo tanto, de un método fiable, económico, rápido de realizar y sencillo para evaluar la altura del ALI, que presenta una buena correlación con otros métodos de valoración.

4.2. PGLs en la musculatura de la extremidad inferior: prevalencia y fiabilidad

En el Estudio 3 se ha encontrado que el 77,670% de los sujetos incluidos en la muestra presentaron uno o más PGLs en la musculatura de la extremidad inferior estudiada. La prevalencia de cada uno de los PGLs evaluados se situó entre el 19,903% y el 37,379%. Así, los músculos que más PGLs presentaron fueron los gastrocnemios, seguidos por el PLL, el ECD, el TA, el VM y el VL.

Estudios previos han mostrado que los PGLs son frecuentes en la musculatura de la cintura escapular^{132,140}. Respecto a la extremidad inferior, Grieve et al¹⁴³ han evaluado específicamente la prevalencia de PGLs en los gastrocnemios y sóleo, situándose la misma entre el 13% y el 30%. Otros autores también han encontrado PGLs en la extremidad inferior, tanto en sujetos con lesión^{138,139,144,167,168} como en controles sin patología^{139,144}. Sin embargo, este es el primer trabajo que evalúa específicamente la prevalencia de PGLs en diversos músculos de la extremidad inferior en sujetos sin lesión.

En cuanto a la distribución por sexos, en el Estudio 3 las mujeres presentaron un mayor número de PGLs (media=9,601±7,814) que los hombres (media=4,881±6,596), existiendo diferencias significativas ($p<0,05$) también en la prevalencia específica de los distintos PGLs, excepto en el sóleo (ambas extremidades). Estos datos son similares a los presentados por Grieve et al¹⁴³, quienes encontraron una mayor prevalencia de PGLs localizados en los gastrocnemios y el sóleo en las mujeres. Se

ha especulado con el hecho de que esto puede ser debido a efectos hormonales¹²⁹. Sin embargo, en localizaciones de la cintura escapular no se han encontrado estas diferencias entre sexos^{132,143}.

En el Estudio 3 no se han encontrado diferencias significativas ($p>0,05$) en la prevalencia de PGLs entre la extremidad inferior dominante y no dominante. Previamente, Lucas et al¹³² encontraron un mayor número de PGLs en la extremidad superior dominante. Esto puede deberse al hecho de un mayor uso de esta extremidad, lo cual puede producir una sobrecarga en los músculos, facilitando la aparición de PGLs¹²⁴. En el caso de las extremidades inferiores, esta diferencia funcional entre extremidades no es tan importante, lo que puede hacer que no se produzca una asimetría en la carga muscular.

En cuanto a la fiabilidad en el diagnóstico de PGLs, la misma fue buena o muy buena, tanto en el Estudio 3 como en el Estudio 4, siendo los criterios específicos más fiables la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable, seguidos por el dolor referido. Este es el primer trabajo que estudia la fiabilidad de los criterios diagnósticos de los PGLs en la extremidad inferior. Aunque no existe un consenso sobre los criterios diagnósticos, se considera que la presencia de la banda tensa y del foco hiperirritable son los criterios mínimos para la identificación de PGMs¹²⁹, siendo criterios ampliamente utilizados en la práctica clínica y en la investigación para el diagnóstico de PGLs^{131,141,151,169-171}.

Los criterios diagnósticos más prevalentes en el Estudio 3 y el Estudio 4 fueron la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable. Estos datos coinciden con los presentados por Grieve et al¹⁴³, quienes encontraron una prevalencia de estos criterios

situada entre el 89% y el 100%. El criterio menos prevalente en nuestros estudios ha sido la presencia de REL. Este es el criterio diagnóstico más difícil de conseguir por medio de palpación¹²⁹, siendo también el menos fiable¹⁷¹ y prevalente¹⁴³.

Aunque los PGLs no producen dolor espontáneo, se trata de entidades visibles en ecografía¹⁴⁹, que presentan alteraciones bioquímicas^{147,152} y son una fuente potencial de disfunción¹²⁹. Así, afectan a la actividad eléctrica del músculo^{146,150,151}, producen alteraciones en los patrones de actividad muscular^{153,172}, facilitan la aparición de calambres musculares¹⁴⁸ y disminuyen el RMA¹⁵², afectando en la extremidad inferior a las articulaciones del tobillo¹⁶⁸ y de la rodilla¹⁶⁹. Por todo ello es necesario tener en cuenta su relevación clínica.

4.3. Prevalencia de PGLs en la musculatura de la extremidad inferior en sujetos con el ALI disminuido comparado con individuos con una altura normal del ALI.

En el Estudio 4 se ha observado que los sujetos que presentan una disminución en la altura del ALI tienen un mayor número de PGLs en la extremidad inferior dominante (media=4,463±4,077) que los controles con altura normal del ALI (media=3,317±3,243) ($p<0,05$). Cuando se comparó la prevalencia específica de cada uno de los PGLs, la misma fue significativamente mayor ($p<0,05$) en los individuos con el ALI bajo en diversos músculos: el FCD, el TA y el VM. Se considera que dentro de los factores relacionados con la presencia de PGMs se incluyen los cambios en la postura ideal y en la alineación normal^{129,155}. Así, se ha especulado con el hecho de que una disminución en la altura del ALI puede relacionarse con la presencia de PGMs en diversos músculos de la extremidad inferior entre los que se encuentran el PLL, el PLC, el TP, el FCD y el VM¹⁵⁶. Según nuestro conocimiento, este es el primer trabajo que ha evaluado esta relación.

La mayor prevalencia de PGLs encontrada en los sujetos que presentan un pie plano puede deberse a las diversas alteraciones producidas por este tipo de pie durante la marcha. De hecho, en los sujetos con un descenso en la altura del ALI, se ha demostrado que el TA tiene una mayor actividad electromiográfica ($p < 0,05$) durante las fases de contacto y apoyo^{88,123}, así como un tendón más grueso que en individuos con una altura del arco normal¹²⁶. Respecto al FCD, músculo de especial importancia en la estabilidad del ALI²¹, se ha observado un aumento en el área y en el grosor en sujetos con el pie plano, el cual puede estar relacionada con una actividad de compensación para el mantenimiento del ALI y la reducción de la supinación del pie¹²⁵ en los mismos. Por último, en cuanto al VM, también se ha demostrado que en sujetos con un pie plano existe una mayor actividad en este músculo durante la marcha, especialmente cuando aumenta la velocidad de paso¹²⁸.

La mayor prevalencia de PGLs en sujetos que presentan un descenso en la altura del ALI, especialmente en el TA, el FCD y el VM, tendrá una importancia desde el punto de vista clínico. Como se ha señalado anteriormente, la presencia de PGLs tiene efectos en la funcionalidad^{143,153,169,172}. Es por ello que el control de la altura del ALI puede ser necesario para el manejo de estos PGLs. Así, se ha demostrado como dicho control produce una disminución en la actividad electromiográfica en diversos músculos^{173,174}.

4.4. Limitaciones y futuras líneas de investigación

El presente trabajo tiene una serie de limitaciones. La primera de ellas es que en los Estudios 1 y 2 no se ha evaluado la correlación entre el TCE y las medidas radiológicas. Hay que tener en cuenta que los parámetros radiológicos son métodos fiables y utilizados para la evaluación de la altura del ALI¹¹. Aunque previamente se ha

estudiado la relación entre el TCE y algunos parámetros radiológicos^{32,37}, no se ha estudiado de forma específica la misma en sujetos con el pie plano. Por lo tanto, es necesario la realización de un futuro estudio que evalúe la relación entre el TCE y los parámetros radiológicos.

Respecto a los Estudios 3 y 4, no se han incluido algunos músculos importantes, como los isquiosurales o los aductores, así como el TP, el cuál es importante en el mantenimiento del ALI. Otra limitación está relacionada con el hecho de que no existe un consenso claro sobre los criterios diagnósticos a utilizar. En el presente trabajo se han empleado los propuestos por Simons et al¹²⁹, que son los más utilizados tanto en la práctica clínica como en la investigación^{134,138,139,143,169}. Además, también se ha empleado el umbral de dolor a la presión para confirmar el diagnóstico, tal y como proponen algunos autores^{132,175}. De esta forma se ha intentado limitar el efecto de esta falta de consenso.

En el presente trabajo se ha estudiado la prevalencia de PGLs, sin incluir a sujetos que presentaban dolor. Es por ello que también será necesario estudiar la presencia de PGAs, sobre todo en sujetos que presentan un descenso en la altura del ALI, a fin de constatar si también se cumple la relación encontrada entre este tipo de ALI y la mayor prevalencia de PGLs.

En nuestra investigación, no se ha evaluado cual es el efecto específico que van a tener estos PGLs sobre la funcionalidad de la extremidad inferior. Así, se ha demostrado que los PGLs afectan a los patrones motores de la musculatura del hombro^{153,172}, favorecen la aparición de calambres musculares¹⁴⁸ y afectan al

RMA^{168,169}. Será necesario, por lo tanto, un futuro estudio que evalúe los efectos funcionales que van a tener dichos PGLs sobre la extremidad inferior.

También sería interesante valorar cuáles son los mecanismos que hacen que los sujetos con el pie plano presenten más PGLs que los sujetos con una altura normal del ALI, así como los efectos que tendría sobre la prevalencia de PGLs en sujetos con el pie plano el empleo de métodos para controlar la altura del ALI. El hecho de que estos métodos permitan modificar la actividad muscular^{122,174-176} hace pensar que pueden tener alguna influencia sobre la prevalencia de PGLs.

4.5. Implicaciones para la práctica clínica

Los Estudios 1 y 2 muestran que el TCE, el AC, el IS y el ICS son pruebas fiables y que presentan una correlación fuerte. El hecho de que el TCE presente menos desventajas que los índices obtenidos mediante pedigrafía, así como una correlación fuerte con el resto de medidas estudiadas, hace que el mismo sea una prueba útil para evaluar la altura del ALI, especialmente en sujetos con pie plano.

El Estudio 3 demuestra que los PGLs son prevalentes en la musculatura de la extremidad inferior en sujetos sanos. Dado que los PGLs producen disfunciones motoras y sensoriales, nuestros hallazgos resultan de interés en la práctica clínica.

El Estudio 4 muestra como los sujetos que presentan un descenso en la altura del ALI presentan una mayor prevalencia de PGLs, especialmente en el TA, el FCD y el VM. Por ello es necesario valorar el ALI en el manejo del dolor miofascial. Además, en este tipo de sujetos también es necesario un control de la altura del ALI a fin de controlar la presencia de estos PGLs.

5. CONCLUSIONES

1. El test de caída del escafoides presenta una correlación fuerte con el ángulo de Clarke, el índice de Staheli y el índice de Chippaux-Smirnak en sujetos con o sin un descenso en la altura del arco longitudinal interno del pie.
2. El test de caída del escafoides y los parámetros de la huella plantar estudiados presentan una fiabilidad intraobservador e interobservador buena o muy buena, tanto en sujetos con o sin disminución en la altura del arco longitudinal interno del pie.
3. El test de caída del escafoides presenta una correlación fuerte con el *Foot Posture Index-6* en sujetos con el pie plano.
4. El test de caída del escafoides es un método fiable, sencillo, económico y fácil de realizar para la evaluación de la altura del arco longitudinal interno del pie.
5. Los puntos gatillo latentes en la musculatura de la extremidad inferior son prevalentes en sujetos sanos. Más de un 77% de la muestra estudiada presenta al menos un punto gatillo latente en la musculatura evaluada.
6. Los sujetos con el arco longitudinal interno disminuido presentan mayor prevalencia de puntos gatillo latentes en la extremidad inferior que los individuos con un arco de altura normal.
7. La prevalencia de los puntos gatillo latentes en el tibial anterior, el flexor común de los dedos y el vasto medial del cuádriceps es mayor en los individuos con el arco longitudinal interno disminuido que individuos con un arco de altura normal.

Conclusiones

8. La fiabilidad en el diagnóstico de los puntos gatillo latentes es buena o muy buena. Los criterios diagnósticos más fiables y prevalentes son la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Wang WJ, Crompton RH. Analysis of the human and ape foot during bipedal standing with implications for the evolution of the foot. *J Biomech.* 2004; 37:1831-6.
2. Fiolkowski P, Brunt D, Bishop M, Woo R, Horodyski MB. Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *J Foot Ankle Surg.* 2003;42:327-33.
3. Xiong S, Goonetilleke RS, Witana CP, Weerasinghe TW, Au EY. Foot arch characterization: a review, a new metric, and a comparison. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2010;100:14-24.
4. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med Rehab.* 1995;76:45-9.
5. Nielsen RG, Rarhleff MS, Simonsen OH, Langberg H. Determination of normal values for navicular drop during walking. *J Foot Ankle Res.* 2009;2:12.
6. Khamis S, Yizhar Z. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait Posture.* 2007;25:127-34.
7. Rodgers MM. Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running. *Phys Ther.* 1998;68:1822-30.
8. Nack JD, Philips RD. Shock absorption. *Clin Podiatr Med Surg.* 1990;7:391-7.
9. Richie DH Jr. Biomechanics and clinical analysis of the adult acquired flatfoot. *Clin Podiatr Med Surg.* 2007;24:617-44.
10. Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, Ingersoll CD, Hertel J. Fatigue of the plantar intrinsic foot muscles increases navicular drop. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008;18:420-5.

Bibliografía

11. Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture*. 2002;15:282-91.
12. Volpon JB. Footprint analysis during the growth period. *J Pediatr Orthop*. 1994;14:83-5.
13. Núñez-Samper M, Llanos LF. *Biomecánica, medicina y cirugía del pie*. 2ª ed. Madrid: Elsevier; 2006.
14. Lizis P, Posadzki P, Smith T. Relationship between explosive muscle strength and medial longitudinal arch of the foot. *Foot Ankle Int*. 2001;31:815-22.
15. Franco A. Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. *Phys Ther*. 1987;67:688-94.
16. Kitaoka H, Luo Z, An K. Reconstruction operations of acquired flatfoot: biomechanical evaluation. *Foot Ankle Int*. 198;19:203-7.
17. Brody D. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am*. 1982;13:542-58.
18. Carlson RE, Fleming LL, Hutton WC. The biomechanical relationship between the tendoachilles, plantar fascia and metatarsophalangeal joint dorsiflexion angle. *Foot Ankle Int*. 2000;21:18-25.
19. Cheung JT, Zhang M, An KN. Effects of plantar fascia stiffness on the biomechanical response of the ankle foot complex. *Clin Biomech*. 2004;19:839-46.
20. Christensen JC, Jennings MM. Normal and abnormal function of the first ray. *Clin Podiatr Med Surg*. 2009;26:355-71.
21. Thordarson D, Schmotzer H, Chon J, Peters J. Dynamic support of the human longitudinal arch: a biomechanical evaluation. *Clin Orthop*. 1995;316:165-72.

Bibliografía

22. Hintermann B. Dysfunction of the posterior tibial muscle due to tendon insufficiency. *Orthopade*. 1995;24:193-99.
23. O'Connor KM, Hamill J. The role of selected extrinsic foot muscles during running. *Clin Biomech*. 2004;19:71-7.
24. Mann R, Inman V. Phasic activity of intrinsic muscles of the foot. *J Bone Joint Surg*. 1964;46A:469-81.
25. Subotnick SI. The biomechanics of running: implications for the prevention of foot injuries. *Sports Med*. 1985;2:144-53.
26. Pita-Fernández S, González-Martín C, Seoane-Pillado T, López-Calviño B, Pértega-Díaz S, Gil-Guillén v. Validity of footprint analysis to determine flatfoot using clinical diagnosis as the gold standard in a random sample aged 40 years and older. *J Epidemiol*. 2015;25:148-54.
27. Dunn JE, Link CL, Felson DT, Crincoli MG, Keysor JJ, McKinaly JB. Prevalence of foot and ankle conditions in a multiethnic community sample of older adults. *Am J Epidemiol*. 2004;159:491-8.
28. Nguyen US, Hillstroms JH, Li W, Dufour AB, Kiel DP, Procter-Gray E, et al. Factors associated with hallux valgus in a population-based study of older women and men: the MOBILIZE Boston Study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2010;19:41-6.
29. Dahle LK, Mueller M, Delitto A, Diamond JE. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1991;14:70-4.
30. Gilardi M, Milgrom C, Stein M. The low arch: a protective factor in stress fractures. *Orthop Rev*. 1985;14:709-12.

Bibliografía

31. Cowan DN, Robinson JR, Jones BH, Polly DW Jr, Berrey BH. Consistency of visual assessments of arch of arch height among clinicians. *Foot Ankle Int.* 1994;15:213-7.
32. Dancloff C, Forriol F, Gómez Pellico L. Relación entre diferentes parámetros radiológicos de la huella plantar en el pie. *Rev Es Cir Ost.* 1989;24:151-8.
33. Simkin A, Leichter I, Gilardi M, Stein M, Milgrom C. Combined effect of foot arch structure and an orthotic device on stress fracture. *Foot Ankle.* 1989;10:25-9.
34. Yalçın N, Esen E, Kanati Y, Yetkin H. Evaluation of the medial longitudinal arch: a comparison between the dynamic plantar pressure measurements system and radiographic analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2010;44:241-5.
35. Billis E, Katsakori E, Kapodistrias C, Kapreli E. Assessment of foot posture: Correlation between different clinical techniques. *The Foot.* 2007;17:65-72.
36. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clin Biomech.* 2006;21:89-98.
37. Menz HB, Munteanu SE. Validity of 3 clinical techniques for the measurements of static foot posture in older people. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35:479-86.
38. Morrison SC, Ferrari J. Inter-rater reliability of the Foot Posture Index (FPI-6) in the assessment of the paediatric foot. *J Foot Ankle Res.* 2009;2:26.
39. Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res.* 2012;5:1.
40. Evans AM, Cooper AW, Scharfbillig RW, Scutter SD, Williams MT. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2003;93:203-13.

Bibliografía

41. Cornwall MW, McPoil TG, Lebec M, Vicenzino B, Wilson J. Reliability of the modified foot posture index. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008;98:7-13.
42. Levinger P, Menz HB, Fotoohabadi MR, Feller JA, Bartlett JR, Bergman NR. Foot posture in people with medial compartment knee osteoarthritis. *J Foot Ank Reserch.* 2010;3:29.
43. Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport.* 2007;10:311-9.
44. Moreno de la Fuente JL. *Podología general y biomecánica.* Madrid: Masson; 2003.
45. Menz HB, Fotoohabadi MR, Wee E, Spink MJ. Visual categorisation of the arch index: a simplified measure of foot posture in older people. *J Foot Ankle Res.* 2012;5:10.
46. Queen RB, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA 2nd. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. *Foot Ank Int.* 2007;28:456-62.
47. Chen SJ, Gielo-Perczak K. Effect of impeded medial longitudinal arch drop on vertical ground reaction force and center of pressure during static loading. *Foot Ankle Int.* 2011;32:77-84.
48. Papuga MO, Burke R. The reliability of the associate platinum digital foot scanner in measuring previously developed footprint characteristics: a technical note. *J Manipulative Physiol Ther.* 2011;34:114-8.
49. Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot Ankle.* 1992;13:22-6.
50. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Can static plantar pressures of prepubertal children be predicted by inked footprints? *J Am Podiatr Med Assoc.* 2004;94:429-33.

Bibliografía

51. Barton CJ, Bonanno D, Levinger P, Menz HB. Foot and ankle characteristics in patellofemoral pain syndrome: a case control and reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40:286-96.
52. Buldt AK, Levinger P, Murley GS, Menz HB, Nester CJ, Landorf KB. Foot posture and function have only minor effects on knee function during barefoot walking in healthy individuals. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2015;30:431-7.
53. Aydog ST, Ozçakar L, Tetik O, Demirel HA, Hasçelik Z, Doral MN. Relation between foot arch index and ankle strength in elite gymnasts: a preliminary study. *Br J Sports Med.* 2005;39:e13.
54. Kanatli U, Yentkin H, Cita E. Footprint and radiographic analysis of the feet. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:225-8.
55. Wearing SC, Hills AP, Byrne NM, Henning EM, McDonald M. The arch index: a measure of flat or fat feet? *Foot Ankle Int.* 2004;25:575-81.
56. Wearing SC, Grigg NL, Lau HC, Smeathers JE. Footprint-bases estimates of arch structure are confounded by body composition in adults. *J Orthop Res.* 2012;30:1351-4.
57. Aurichio TR, Rebelatto JR, de Castro AP. The relationship between the body mass index (BMI) and foot posture in elderly people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;52:e89-92.
58. Tsai LC, Yu B, Mercer VS, Groos MT. Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36:942-53.
59. Sell KE, Verity TM, Worrel TW, Pease BJ, Wigglesworth J. Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;19:162-7.

Bibliografía

60. Jonson SR, Gross MT. Intraexaminer reliability, interexaminer reliability and mean values for nine lower extremity skeletal measures in healthy naval midshipmen. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;25:253-63.
61. Really K, Barker K, Shamley D, Sandall S. Influence of foot characteristics on the site of lower limb osteoarthritis. *Foot Ankle Int.* 2006;27:206-11.
62. Nguyen AD, Shultz SJ. Identifying relationships among lower extremity alignment characteristics. *J Athl Train.* 2009;44:511-8.
63. Shultz SJ, Carcia CR, Gasneder BM, Perrin DH. The independent and interactive effects of navicular drop and quadriceps angle on neuromuscular responses to a weight-bearing perturbation. *J Ath Train.* 2006;41:251-9.
64. Nakhaee Z, Rahimi A, Abaee M, Rezasoltani A, Kalantari KK. The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. *Foot.* 2008;18:84-90.
65. Cote KP, Brunett ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Ath Train.* 2005;40:41-6.
66. Shrader JA, Popovich JM Jr, Gracey GC, Danoff JV. Navicular drop measurement in people with rheumatoid arthritis: interrater and intrarater reliability. *Phys Ther.* 2005;85:656-64.
67. van der Worp MP, de Wijer A, Staal JB, Nijhuis- van der Sanden MW. Reproducibility of and sex differences in common orthopaedic ankle and foot tests in runners. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:171.
68. Piva SR, Fitzgerald K, Irrgang JJ, Jones S, Hando BR, Browder DA, Childs JD. Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:33.

Bibliografía

69. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 2000;35:403-6.
70. Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;18:553-8.
71. Hannigan-Downs KS, Harter RA, Smith GA. Radiographic validation and reliability of selected clinical measures of pronation. *J Athl Train.* 2000;35:12-30.
72. Rathleff MS, Nielsen RG, Kersting UG. Navicular drop test ad modum Brody: does it show how the foot moves under dynamic conditions? *J Am Podiatr Med Assoc.* 2012;102:34-8.
73. Bencke J, Christiansen D, Jensen K, Okholm A, Sonne-Holm S, Bandholm T. Measuring medial longitudinal arch deformation during gait. A reliability study. *Gait Posture.* 2012;35:400-4.
74. Gilmour JC, Burns Y. The measurement of the medial longitudinal arch in children. *Foot Ankle Int.* 2001;22:493-8.
75. Bonci M. Assessment and evaluation of predisposing factors to anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 1999;34:155-64.
76. Tuzun C, Yorulmaz I, Cindas A, Vatan S. Low back pain and posture. *Clin Rheumatol.* 1999;18:308-12.
77. Nguyen AD, Boling MC, Levine B, Shultz SJ. Relationships between lower extremity alignment and the quadriceps angle. *Clin J Sport Med.* 2009;19:201-6.
78. Meeuwisse WH, Tyreman H, Hagel B, Emery C. A dynamic model of etiology in sport injury: the recursive nature of risk and causation. *Clin J Sport Med.* 2007;17:215-9.

Bibliografía

79. O'Sullivan PB, Mitchell T, Bulich P, Waller R, Holte J. The relationship between posture and back muscle endurance in industrial workers with flexion-related low back pain. *Man ther.* 2005;11:264-71.
80. Murphy S, Buckle P, Stubbs D. Classroom posture and self-reported back and neck pain in schoolchildren. *App Ergon.* 2004;35:113-20.
81. Szeto GP, Straker LM, O'Sullivan PB. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work-2: neck and shoulder kinematics. *Man Ther.* 2005;10:281-91.
82. Fernández de las Peñas C, Cuadrado ML, Pareja JA. Myofascial trigger points, neck mobility and forward head posture in episodic tension-type headache. *Headache.* 2007;47:662-72.
83. Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA.* 2001;286:188-95.
84. Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther.* 2000;80:864-71.
85. Williams DS III, McClay IS, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clinic Biomech (Bristol, Avon)* 2001;16:341-347.
86. Donatelli R. Normal biomechanics of the foot and ankle. *Orthop Sports Phys Ther.* 1985;7:91-5.
87. Dyal CM, Feder J, Deland JT, Thompson FM. Pes planys in patients with posterior tibial tendon insufficiency: asymptomatic versus symptomatic foot. *Foot Ankle Int.* 1997;18:85-8.

Bibliografía

88. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004;19:391-7.
89. Cornwall MW, McPoil TG. Relationship between static foot posture and foot mobility. *J Foot Ankle Res*. 2011;18;4.
90. Ledoux WR, Hillstrom HJ. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait Posture*. 2002;15:1-9.
91. Menz HB, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Hannan MT. Foot posture, foot function and low back pain: the Framingham Foot Study. *Rheumatology (Oxford)*. 2013;52:2275-82.
92. Moen MH, Bongers T, Bakker EW, Zimmermann WO, Weir A, Tol JL, Backx FJ. Risk factors and prognostic indicators for medial tibial stress syndrome. *Scand J Med Sci*. 2012;22:34-9.
93. Newman P, Witchalls J, Waddington G, Adams R. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med*. 2013;4:229-41.
94. Bennett JE, Reinking MF, Pluemer B, Pentel A, Seaton M, Killian C. Factors contributing to the development of medial tibial stress syndrome in high school runners. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2001;31:504-10.
95. Bahdholm T, Boyssen L, Haugaard S, Zebis MK, Bencke J. Foot medial longitudinal-arch deformation during quiet standing and gait in subjects with medial tibial stress syndrome. *J Foot Ankle Surg*. 2008;47:89-95
96. Woodford-Rogers B, Cyphert L, Denegar CR. Risk factors for anterior cruciate ligament injury in high school and college athletes. *J Athl Train*. 1994;29:343-6.

Bibliografia

97. Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24:91-7.
98. Hertel J, Dorfman JH, Braham RA. Lower extremity malalignments and anterior cruciate ligament injury history. *J Sports Sci Med.* 2004;3:220-5.
99. Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987;9:160-5.
100. Mølgaard C, Rathleff MS, Simonsen O. Patellofemoral pain syndrome and its association with hip, ankle, and foot function in 16-to 18-year-old high school students: a single-blind case-control study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2011;101:215-22.
101. Barton CJ, Levinger P, Crossley KM, Webster KE, Menz HB. Relationships between the foot posture index and foot kinematics during gait in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *J Foot Ankle Res.* 2011;14:4-10.
102. Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: the Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. *Am J Sports Med.* 2009;37:2108-16.
103. Kosashvili Y, Fridman T, Backstein D, Safir O, Bar Ziv Y. The correlation between pes planus and anterior knee or intermittent low back pain. *Foot Ankle Int.* 2008;29:910-3.
104. Gross KD, Felson DT, Niu J, Hunter DJ, Guermazi A, Roemer FW, Dufour AB, Gensure RH, Hannan MT. Association of flat feet with knee pain and cartilage damage in older adults. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011;63:937-44.
105. Reilly K, Barker K, Shamley D, Newman M, Oskrochi GR, Sandall S. The role of foot and ankle assessment of patients with lower limb osteoarthritis. *Physiotherapy.* 2009;95:164-9.

Bibliografía

106. Kendall JC, Bird AR, Azari MF. Foot posture, leg length discrepancy and low back pain--their relationship and clinical management using foot orthoses--an overview. *Foot (Edinb)*. 2014;24:75-80.
107. Rothbart BA, Estabrook L. Excessive pronation: a major biomechanical determinant in the development of chondromalacia and pelvic lists. *J Manip Physiol Ther*. 1988;11:373-9.
108. Duval K, Lam T, Sanderson D. The mechanical relationship between the rearfoot, pelvis and low-back. *Gait Posture*. 2010;32:637-40.
109. McClay IS, Manal KT. Coupling parameters in runners with normal and excessive pronation. *J Appl Biomech*. 1997;13:107-24.
110. Shultz SJ, Nguyen AD, Levine BJ. The relationship between lower extremity alignment characteristics and anterior knee joint laxity. *Sports Health*. 2009;1:54-60.
111. Shultz SJ, Dudley WN, Kong Y. Identifying multiplanar knee laxity profiles and associated physical characteristics. *J Athl Train*. 2012;47:159-69.
112. Schipplein OD, Andriacchi TP. Intereaction between active and passive knee stabilizers during level walking. *J Orthop Res*. 1991;9:113-9.
113. Beckett ME, Massie DL, Bowers KD, Stoll DA. Incidence of hyperpronation in the ACL injured knee: a clinical perspective. *J Athl Train*. 1992;27:58-62.
114. Tateuchi H, Wada O, Ichihashi N. Effects of calcaneal eversion on three-dimensional kinematics of the hip, pelvis and thorax in unilateral weight bearing. *Hum Mov Sci*. 2011;30:566-73.
115. Pinto RZ, Souza TR, Trede RG, Kirkwood RN, Figueiredo EM, Fonseca ST. Bilateral and unilateral increases in calcaneal eversion affect pelvic alignment in standing position. *Man Ther*. 2008;13:513-9.

Bibliografía

116. Brantingham JW, Lee Gilbert J, Shaik J, Globe G. Sagittal plane blockage of the foot, ankle and hallux and foot alignment-prevalence and association with low back pain. *J Chiropr Med.* 2006;5:123-7.
117. Jonely H, Brismée JM, Sizer PS Jr, James Cr. Relationships between clinical measures of static foot posture and plantar pressure during static standing and walking. *Clin Biomech.* 2011;26:873-9.
118. Nachbauer W, Nigg BM. Effects of arch height of the foot on ground reaction forces in running. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24:1264-9.
119. Kim MK, Lee YS. A three-dimensional gait analysis of people with flat arched feet on an ascending slope. *J Phys Ther Sci.* 2014;26:1437-40.
120. Denyer JR, Hewitt NL, Mitchell AC. Foot structure and muscle reaction time to a simulated ankle sprain. *J Athl Train.* 2013;48:326-30.
121. Snook AG. The relationship between excessive pronation as measured by navicular drop and isokinetic strength of the ankle musculature. *Foot Ankle Int.* 2001;22:234-40.
122. Murley GS, Landorf KB, Menz HB, Bird AR. Effect of foot posture, foot orthoses and footwear on lower limb muscle activity during walking and running: a systematic review. *Gait Posture.* 2009;29:172-87.
123. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. Foot posture influences the electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *J Foot Ankle Res.* 2009;2:35.
124. Keenan MA, Peabody TD, Gronley JK, Perry J. Valgus deformities of the feet and characteristics of gait in patients who have rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:237-47.

Bibliografía

125. Angin S, Crofts G, Mickle KJ, Nester CJ. Ultrasound evaluation of foot muscles and plantar fascia in pes planus. *Gait Posture*. 2014;40:48-52.
126. Murley GS, Tan JM, Edwards RM, De Luca J, Munteanu SE, Cook JL. Foot posture is associated with morphometry of the peroneus longus muscle, tibialis anterior tendon, and Achilles tendon. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24:535-41.
127. Telfer S, Abbott M, Steultjens M, Rafferty D, Woodburn J. Dose–response effects of customised foot orthoses on lower limb muscle activity and plantar pressures in pronated foot type. *Gait Posture*. 2013; 38:443-9.
128. Lee CR, Kim MK. The effects on muscle activation of flatfoot during gait according to the velocity on an ascending slope. *J Phys Ther Sci*. 2014;26:675-7.
129. Simons DG, Travell J, Simons L. *Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual*. Volume 1. 2nd ed. Baltimore: William & Wilkins; 1999.
130. Simons DG. Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14:95-107.
131. Li LT, Ge HY, Yue SE, Arendt-Nielsen L. nociceptive and non-nociceptive hypersensitivity at latent myofascial trigger points. *Clin J Pain*. 2009;25:132-7.
132. Lucas KR, Rich PA, Polus BI. How common are latent myofascial trigger points in the scapular positioning muscles? *J Musculosk Pain*. 2008;16:279-86.
133. Bron C, Dommerholt J, Stegenga B, Wensing M, Oostendorp RA. High prevalence of shoulder girdle muscles with myofascial trigger points in patients with shoulder pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12:139.
134. Fernández-Carnero J, Fernández-de-las-Peñas C, de la Llave-Rincón AI, Ge HY, Arendt-Nielsen L. Prevalence of and referred pain from myofascial trigger points in the forearm muscles in patients with lateral epicondylalgia. *Clin J Pain*. 2007;23:353-60.

Bibliografía

135. Henry R, Cahill CM, Wood G, Hroch J, Wilson R, Cupido T, VanDenKerkhof E. Myofascial pain in patients waitlisted for total knee arthroplasty. *Pain Res Manage.* 2012;17:321-7.
136. Iglesias-González JJ, Muñoz-García MT, Rodrigues-de-Souza DP, Albuquerque-Sendín F, Fernández-de-Las-Peñas C. Myofascial trigger points, pain, disability, and sleep quality in patients with chronic nonspecific low back pain. *Pain Med.* 2013;14:1964-70.
137. Fernández-de-las-Peñas C, Alonso-Blanco C, Cuadrado ML, Gerwin RD, Pareja JA. Myofascial trigger points and their relationship to headache clinical parameters in chronic tension-type headache. *Headache.* 2006;46:1264-72.
138. Roach S, Sorensen E, Headley B, San Juan JG. Prevalence of myofascial trigger points in the hip in patellofemoral pain. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013;94:522-6.
139. Torres-Chica B, Núñez-Samper-Pizarroso C, Ortega-Santiago R, Cleland JA, Salom-Moreno J, Laguarda-Val S, Fernández-de-las-Peñas C. Trigger points and pressure pain hypersensitivity in people with post-meniscectomy pain. *Clin J Pain.* 2015;31:265-72.
140. Sola AE, Rodenberger MI, Gettys BB. Incidence of hypersensitive areas in posterior shoulder muscles. *Am J Phys Med.* 1955;34:585-90.
141. Dorasaimi MA, Anshul. Effect of latent myofascial trigger points on strength measurements of the upper trapezius: a case-controlled trial. *Physiother Can.* 2001;63:405-9.
142. Cimbiz A, Beydemir F, Manisaligil U. Evaluation of trigger points in young subjects. *J Musculoskeletal Pain.* 2006;14:27-35.

Bibliografía

143. Grieve R, Barnett S, Coghill N, Cramp F. The prevalence of latent myofascial trigger points and diagnostic criteria of the triceps surae and upper trapezius: a cross sectional study. *Physiotherapy*.2013;99:278-84.
144. Bajab P, Bajab P, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Trigger points in patients with lower limb osteoarthritis. *J Musculoskel Pain*. 2001;9:17-33.
145. Shah J, Danoff JV, Desai MJ, Parikh S, Nadamura HY, Phillips TM, Gerber LH. Biochemicals associated with pain and inflammation are elevated in sites near to and remote from active myofascial trigger points. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89:16-23.
146. Simons DG, Hong GZ, Simons LS. Endplate potentials are common to midfiber myofascial trigger points. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;81:212-22.
147. Shah JP, Phillips TM, Danoff JV, Gerber LH. An in vivo microanalytical technique for measuring the local biochemical milieu of human skeletal muscle. *J Appl Physiol*. 2005;99:1977-84.
148. Ge HY, Zhang Y, Boudreau S, Yue SE, Arendt-Nielsen L. Induction of muscle cramps by nociceptive stimulation of latent myofascial trigger points. *Exp Brain Res*. 2008;187:623-9.
149. Sikdar S, Shah JP, Gebreab T, Yen RH, Gilliams E, Danoff J, Gerber LH. Novel applications of ultrasound technology to visualize and characterize myofascial trigger points and surrounding soft tissue. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90:1829-38.
150. Ge HY, Monterde S, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Latent myofascial trigger points are associated with an increased intramuscular electromyographic activity during synergistic muscle activation. *J Pain*. 2014;15:181-7.
151. Ibarra JM, Ge HY, Wang C, Martínez Vizcaino V, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Latent myofascial trigger points are associated with an increased antagonistic muscle activity during agonist muscle contraction. *J Pain*. 2011;12:1282-8.

Bibliografía

152. Ge HY, Arendt-Nielsen L, Latent myofascial trigger points. *Curr Pain Headache Rep.* 2011;15:386-92.
153. Lucas KR, Polus BI, Rich PA. Latent myofascial trigger points: their effects on muscle activation and movement efficiency. *J Bodyw Mov Ther.* 2004;8:160-6.
154. Harten WP, Olson SL, Butts NL, Nowicki AL. Effectiveness of a home program of ischemic pressure followed by sustained stretch for treatment of myofascial trigger points. *Phys Ther.* 2000;80:997-1003.
155. Edwards J. The importance of postural habits in perpetuating myofascial trigger point pain. *Acupunct Med.* 2005;23:77-82.
156. Simons DG, Travell J, Simons L. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 1. 2nd ed. Baltimore: William & Wilkins; 1999.
157. Shultz SJ, Nguyen AD, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynon BD. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies. *Clin J Sport Med.* 2006;16:155-61.
158. Hargrave MD, Carcia CR, Gansneder BM, Shultz SJ. Subtalar pronation does not influence impact forces or rate of loading during a single-leg landing. *J Athl Train.* 2003;38:18-23.
159. Vinicombe A, Raspovic A, Menz HB. Reliability of navicular displacement measurement as a clinical indicator of foot posture. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2001;91:262-8.
160. Staheli LT, Chew DE, Corbett M, . The longitudinal arch. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:426-8.
161. Shiang TY, Lee SH, Lee SJ, Chu WC. Evaluating different footprint parameters as a predictor of arch height. *IEEE Eng Med Biol Mag.* 1998;17:62-6.

Bibliografía

162. Medi-Dan O, Gadi K, Zeev A, Rubin A, Constantini N, Even A, Nyska M, Mann G. The medial longitudinal arch as a possible risk factor for ankle sprains: a prospective study in 83 female infantry recruits. *Foot Ankle Int.* 2005;26:180-3.
163. Paterson K, Clark R, Mullins A, Bryant A, Mentiplay B. Predicting Dynamic foot function from static foot posture: comparison between visual assessment, motion analysis and a commercially available depth camera. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;24:1-34.
164. Buldt AK, Levinger P, Muerley GS, Menz HB, Nester CJ, Landorf KB. Foot posture and function have only minor effects on knee function during barefoot walking in healthy individuals. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2015;30:431-7.
165. Jang GU, Kweon MG, Park S, Kim JY, Park JW. A study of structural foot deformity in stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2015;27:191-4.
166. Martínez-Nova A, Gómez-Blázquez E, Escamilla-Martínez E, Pérez-Soriano P, Gijón-Nogueron G, Fernández-Seguín LM. The foot posture index in men practicing three sports different in their biomechanical gestures. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2014;104:154-8.
167. Grieve R, Barnett S, Coghil N, Cramp F. Myofascial trigger point therapy for triceps surae dysfunction: a case series. *Man Ther.* 2013;18:519-25.
168. Grieve R, Cranston A, Henderson A, John R, Malone G, Mayall C. The immediate effect of triceps surae myofascial trigger point therapy on restricted active ankle joint dorsiflexion in recreational runners: a crossover randomised controlled trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2013;17:453-61.
169. Trampas A, Kitsios A, Sykaras E, Symeonidis S, Lazarou L. Clinical massage and modified proprioceptive neuromuscular facilitation stretching in males with latent myofascial trigger points. *Phys Ther Sport.* 2010;11:91-8.

Bibliografía

170. Ruiz-Sáez M, Fernández-de-las-Peñas C, Blanco CR, Martínez-Segura R, García-León R. Changes in pressure pain sensitivity in latent myofascial trigger points in the upper trapezius muscle after a cervical spine manipulation in pain-free subjects. *J Manipulative Physiol Ther.* 2007;30:578-83.
171. Bron C, Franssen J, Wensing M, Oostendorp RAB . Interrater reliability of palpation of myofascial trigger points in three shoulder muscles. *J Man Manip Ther.* 2007;15:203-215.
172. Lucas KR. The impact of latent trigger points on regional muscle function. *Curr Pain Headache Rep.* 2008;12:344-9.
173. Franettovich M, Chapman A, Vicenzino B. Tape that increases medial longitudinal arch height also reduces leg muscle activity: a preliminary study. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:593-600.
174. Franettovich MM, Murley GS, David BS, Bird AR. A comparison of augmented low-Dye taping and ankle bracing on lower limb muscle activity during walking in adults with flat-arched foot posture. *J Sci Med Sport.* 2012;15:8-13.
175. Fischer AA. Reliability of the pressure algometer as a measure of myofascial trigger point sensitivity. *Pain.* 1987;23:411-4.
176. Murley GS, Bird AR. The effect of three levels of foot orthotic wedging on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2006;21:1074-80.

7. RESUMEN

Introducción

El arco longitudinal interno (ALI) del pie es responsable de la absorción de impactos y transmisión de fuerzas. Cambios en su altura se relacionan con la aparición de diversas alteraciones y patologías. Un pie plano puede facilitar la presencia de puntos gatillo miofasciales.

Objetivos

Conocer, tanto en sujetos con y sin disminución en la altura del ALI, la correlación entre el test de caída del escafoides (TCE) y el ángulo de Clarke (AC), el índice de Staheli (IS) y el índice de Chippaux-Smirnak (ICS); estimar la prevalencia de los puntos gatillo latentes (PGLs) en sujetos sanos en diversos músculos de la extremidad inferior; y conocer la prevalencia de los PGLs en diversos músculos de la extremidad inferior en sujetos con un descenso en la altura del ALI comparados con individuos con una altura normal del ALI.

Metodología

Se han realizado cuatro estudios. El Estudio 1 estudió la correlación entre el TCE y el AC, el IS y el ICS, y su fiabilidad, en 86 sujetos. El Estudio 2 evaluó la correlación entre el TCE y el AC, el IS y el ICS y el *Foot Posture Index-6* (FPI-6), y su fiabilidad, en 71 individuos con el pie plano. El Estudio 3 estudió la prevalencia de PGLs en diversos músculos del miembro inferior, la fiabilidad y prevalencia de los criterios diagnósticos, en 206 sujetos sanos. El Estudio 4 comparó la prevalencia de PGLs en sujetos que presentaban un descenso en la altura del ALI (n=82) comparado con controles (n=82), la fiabilidad y prevalencia de los criterios diagnósticos.

Resultados

Los Estudios 1 y 2 mostraron unos niveles de correlación fuerte entre el TCE y el AC, IS e ICS, siendo mayor en el Estudio 2 ($r=|0,722-0,788|$) que en el Estudio 1 ($r=|0,614-0,643|$). La fiabilidad fue buena o muy buena. En el Estudio 2 se encontró una correlación fuerte entre el TCE y el FPI-6 ($r=0,800$).

El 77,670% de la muestra del Estudio 3 presentaba uno o más PGLs (media= $7,484\pm 7,648$), con mayor prevalencia en los gastrocnemios. Los criterios diagnósticos más prevalentes y fiables fueron la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable.

En el Estudio 4 se demostró que los sujetos con un pie plano presentaban un mayor número de PGLs (media= $4,463\pm 4,077$) que los controles (media= $3,317\pm 3,243$) ($p<0,05$). Además, la prevalencia fue mayor ($p<0,05$) en los PGLs localizados en el flexor común de los dedos, tibial anterior y vasto medial.

Conclusiones

El TCE presenta una fuerte correlación con el AC, el IS y el ICS, tanto en sujetos con o sin el ALI disminuido, presentando una fiabilidad muy buena. Los PGLs en la musculatura de la extremidad inferior son prevalentes en sujetos sin lesión. Los sujetos con un pie plano presentan una mayor prevalencia de PGLs en la extremidad inferior que los controles. La fiabilidad en el diagnóstico de los PGLs es muy buena, siendo la presencia de banda tensa y el foco hiperirritable los criterios más fiables y prevalentes.

7. ABSTRACT

Background

The medial longitudinal arch (MLA) of the foot is responsible for shock absorptions and forces transmission. Changes in its height are related to several changes and pathologies. In fact, it is considered that a flat foot may facilitate the presence of myofascial trigger points.

Aims

The main aims of the present study were to find out about the correlation between the navicular drop test (NDT) and the Clarke angle (AC), the Staheli index (SI) and the Chippaux-Smirnak index (CSI) in subjects with normal and lower medial longitudinal arch; to evaluate the prevalence of latent trigger points (LTrPs) in non-injured subjects in different lower limb muscles; and to evaluate the prevalence of latent myofascial trigger points in several muscles of the lower limb in subjects with a lower MLA compared with controls with a normal MLA.

Methods

Four researches have been undertaken. Study 1 evaluated the correlation between the NDT and the CA, the SI and the CSI, as well as its reliability in a sample of 86 subjects. Study 2 evaluated the correlation between the NDT and the CA, the SI and the CSI and the *Foot Posture Index-6* (FPI-6), and its reliability in a sample of 71 flat foot subjects. Study 3 evaluated the LTrPs prevalence in different lower limb muscles, as well as the reliability and prevalence of the diagnostic criteria in a sample of 206 non-injured subjects. Study 4 compared the LTrPs prevalence between lower MLA (n=82) and normal MLA subjects (n=82), as well as the reliability and prevalence of the diagnostic criteria.

Results

Studies 1 and 2 showed strong correlations between the NDT and the CA, the SI and the CSI. The stronger correlation was found in the Study 2 ($r=|0,722-0,788|$) versus the Study 1 ($r=|0,614-0,643|$). The reliability of the test was very high in both studies. A strong correlation was also found between the NDT and the FPI-6 ($r=0,800$) in Study 2.

Study 3 showed a 77,670 % of the studied sample with at least one of the LTrPs (mean= $7,484\pm 7,648$), being the gastrocnemius LTrPs the most prevalent. The most prevalent and reliable diagnosis criteria were the presence of a taut band and a spot tender.

Study 4 showed that MLA group presented significantly ($p<0,05$) more LTrPs (mean= $4,463\pm 4,077$) than the control group (mean= $3,317\pm 3,243$). The prevalence of LTrPs ($p<0,05$) in flexor digitorum longus, tibialis anterior and vastus medialis in the MLA group was also higher versus the control group.

Conclusions

The NDT showed a strong correlation with the NDT and the CA, the SI and the CSI both in lower and normal MLA subjects, also showing a very good reliability. The LTrPs of the lower limb muscles are more prevalent in non-injured subjects. MLA subjects showed a greater prevalence of LTrPs versus controls in the lower limb. The reliability for the LTrPs diagnostic is very good, being the presence of taut band and the tender spot the most reliable and prevalent criteria.

ANEXO 1

INFORMACIÓN AL PACIENTE Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio: Arco longitudinal interno del pie: relación entre el test de caída del escafoides y parámetros obtenidos mediante pedigrafías.

1) Información al paciente del objeto del estudio

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- El objetivo principal es evaluar la correlación entre el test de caída del escafoides y diversos parámetros de la huella plantar obtenidos mediante plataforma de presión.
- El objetivo secundario es estudiar la fiabilidad de las distintas medidas recogidas.

La metodología a seguir será la siguiente:

- Se valorará si los participantes cumplen los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el estudio.
- En aquellos participantes que cumplan los requisitos establecidos, se procederá a la recogida de las variables sociodemográficas (edad, sexo, altura, peso e índice de masa corporal).
- Posteriormente se recogerán las variables que evalúan la altura del ALI, empleándose para ello parámetros obtenidos del análisis de la huella plantar mediante pedigrafía, mediante plataforma de presión y el test de caída del escafoides.
- Al tratarse de un estudio de observacional, no se realizará ningún tipo de intervención terapéutica en los participantes de la que pudiese derivarse algún efecto secundario.

2) Consentimiento informado:

1. He leído y comprendido la hoja informativa objeto del estudio.
2. He tenido la oportunidad de hacer preguntas.
3. Mis preguntas han sido respondidas de forma satisfactoria.
4. He recibido información suficiente del estudio y de las pruebas a realizar.

5. Entiendo que la participación es voluntaria y puedo abandonar el estudio cuando lo desee sin que tenga que dar explicaciones y sin que ello afecte a mis cuidados médicos.
6. Estoy de acuerdo en que mi consentimiento por escrito y otros datos estén a disposición de Juan Carlos Zuil Escobar y del proyecto de investigación clínico en el que estoy participando, pero siempre respetando la confidencialidad y la garantía de que mis datos no estarán disponibles públicamente de forma que pueda ser identificado.
7. Los datos recogidos para este estudio serán incluidos junto con los de otras personas que participen en este estudio en una base de datos de carácter personal.
8. Comprendo que tengo los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición a mis datos de carácter personal de acuerdo con lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999 de protección de datos de carácter personal, que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento.
9. Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto.

Firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para manifestar mi deseo de participar en este estudio de investigación sobre *Arco longitudinal interno del pie: relación entre el test de caída del escafoides y parámetros obtenidos mediante pedigráficas*, hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

Nombre y apellidos del paciente:

DNI/Pasaporte:

Firma:

Fecha:

Nombre y apellidos del investigador: Juan Carlos Zuil Escobar

DNI: 53101199H

Dirección postal de contacto del Investigador: Avda. de Montepíncipe s/n. Boadilla del Monte. 28660. Madrid

E-mail: jczuil@ceu.es

Teléfono: 913724700 extensión: 4693

ANEXO 2

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS ESTUDIO 1

VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS:

- Edad:
- Sexo:
- Altura:
- Peso:
- Índice de masa corporal:
- Dominancia:

VARIABLES ALTURA DEL ARCO LONGITUDINAL INTERNO:

| | TCE | AC | IS | ICS |
|--------------------|------------|-----------|-----------|------------|
| Valor 1 | | | | |
| Valor 2 | | | | |
| Valor 3 | | | | |
| Valor medio | | | | |

ANEXO 3

INFORMACIÓN AL PACIENTE Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio: *Arco longitudinal interno del pie: relación entre distintos métodos de evaluación en sujetos con el pie plano.*

1) Información al paciente del objeto del estudio

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- El objetivo principal es evaluar la correlación entre el test de caída del escafoides, diversos parámetros de la huella plantar y el *Foot Posture Index-6* (FPI-6) en sujetos con el pie plano.
- El objetivo secundario es estudiar la fiabilidad de las distintas medidas recogidas.

La metodología a seguir será la siguiente:

- Se valorará si los participantes cumplen los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el estudio.
- En aquellos participantes que cumplan los requisitos establecidos, se procederá a la recogida de las variables sociodemográficas (edad, sexo, altura, peso e índice de masa corporal).
- Posteriormente se recogerán las variables que evalúan la altura del ALI, empleándose para ello parámetros obtenidos del análisis de la huella plantar mediante plataforma de presión, el test de caída del escafoides y el FPI-6.
- Al tratarse de un estudio de observacional, no se realizará ningún tipo de intervención terapéutica en los participantes de la que pudiese derivarse algún efecto secundario.

2) Consentimiento informado:

1. He leído y comprendido la hoja informativa objeto del estudio.
2. He tenido la oportunidad de hacer preguntas.
3. Mis preguntas han sido respondidas de forma satisfactoria.
4. He recibido información suficiente del estudio y de las pruebas a realizar.
5. Entiendo que la participación es voluntaria y puedo abandonar el estudio cuando lo desee sin que tenga que dar explicaciones y sin que ello afecte a mis cuidados médicos.

6. Estoy de acuerdo en que mi consentimiento por escrito y otros datos estén a disposición de Juan Carlos Zuil Escobar y del proyecto de investigación clínico en el que estoy participando, pero siempre respetando la confidencialidad y la garantía de que mis datos no estarán disponibles públicamente de forma que pueda ser identificado.
7. Los datos recogidos para este estudio serán incluidos junto con los de otras personas que participen en este estudio en una base de datos de carácter personal.
8. Comprendo que tengo los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición a mis datos de carácter personal de acuerdo con lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999 de protección de datos de carácter personal, que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento.
9. Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto.

Firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para manifestar mi deseo de participar en este estudio de investigación sobre "*Arco longitudinal interno del pie: relación entre distintos métodos de evaluación en sujetos con el pie plano*", hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

Nombre y apellidos del paciente:

DNI/Pasaporte:

Firma:

Fecha:

Nombre y apellidos del investigador: Juan Carlos Zuil Escobar

DNI: 53101199H

Dirección postal de contacto del Investigador: Avda. de Montepríncipe s/n. Boadilla del Monte. 28660. Madrid

E-mail: jczuil@ceu.es

Teléfono: 913724700 extensión: 4693

ANEXO 4

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS ESTUDIO 2

Variables sociodemográficas:

- Edad:
- Sexo:
- Altura:
- Peso:
- Índice de masa corporal:
- Dominancia:

Variables altura del arco longitudinal interno:

| | TCE | AC | IS | ICS | FPI-6 |
|--------------------|------------|-----------|-----------|------------|--------------|
| Valor 1 | | | | | |
| Valor 2 | | | | | |
| Valor 3 | | | | | |
| Valor medio | | | | | |

ANEXO 5

INFORMACIÓN AL PACIENTE Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio: Prevalencia de puntos gatillo miofasciales latentes en la musculatura de la extremidad inferior.

1) Información al paciente del objeto del estudio

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- El objetivo principal es evaluar la prevalencia de puntos gatillo latentes (PGLs) en diversos músculos de la extremidad inferior en sujetos sin lesión.
- El objetivo secundario es estudiar la fiabilidad y la prevalencia de los criterios diagnósticos de PGLs.

La metodología a seguir será la siguiente:

- Se valorará si los participantes cumplen los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el estudio.
- En aquellos participantes que cumplan los requisitos establecidos, se procederá a la recogida de las variables sociodemográficas (edad, sexo, altura, peso e índice de masa corporal).
- Posteriormente se valorará la presencia de PGLs en los gastrocnemios, sóleo, peroneo lateral largo, peroneo lateral corto, extensor común de los dedos, tibial anterior, flexor común de los dedos, recto femoral, vasto medial y vasto lateral, utilizando los criterios propuesto por Simons et al y el umbral de dolor a la presión.
- Al tratarse de un estudio de observacional, no se realizará ningún tipo de intervención terapéutica en los participantes de la que pudiese derivarse algún efecto secundario.

2) Consentimiento informado:

1. He leído y comprendido la hoja informativa objeto del estudio.
2. He tenido la oportunidad de hacer preguntas.
3. Mis preguntas han sido respondidas de forma satisfactoria.
4. He recibido información suficiente del estudio y de las pruebas a realizar.
5. Entiendo que la participación es voluntaria y puedo abandonar el estudio cuando lo desee sin que tenga que dar explicaciones y sin que ello afecte a mis cuidados médicos.

6. Estoy de acuerdo en que mi consentimiento por escrito y otros datos estén a disposición de Juan Carlos Zuil Escobar y del proyecto de investigación clínico en el que estoy participando, pero siempre respetando la confidencialidad y la garantía de que mis datos no estarán disponibles públicamente de forma que pueda ser identificado.
7. Los datos recogidos para este estudio serán incluidos junto con los de otras personas que participen en este estudio en una base de datos de carácter personal.
8. Comprendo que tengo los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición a mis datos de carácter personal de acuerdo con lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999 de protección de datos de carácter personal, que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento.
9. Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto.

Firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para manifestar mi deseo de participar en este estudio de investigación sobre *Prevalencia de puntos gatillo miofasciales latentes en la musculatura de la extremidad inferior*, hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

Nombre y apellidos del paciente:

DNI/Pasaporte:

Firma:

Fecha:

Nombre y apellidos del investigador: Juan Carlos Zuil Escobar

DNI: 53101199H

Dirección postal de contacto del Investigador: Avda. de Montepíncipe s/n. Boadilla del Monte. 28660. Madrid

E-mail: jczuil@ceu.es

Teléfono: 913724700 extensión: 4693

ANEXO 6

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS ESTUDIO 3

Variables sociodemográficas:

- Edad:
- Sexo:
- Dominancia:
- Altura:
- Peso:
- Índice de masa corporal:

Puntos gatillo latentes:

| | BT | FI | DR | SS | REL | PGL | UDP |
|------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| PGL1 GM | | | | | | | |
| PGL2 GM | | | | | | | |
| PGL1 sóleo | | | | | | | |
| PGL PLL | | | | | | | |
| PGL PLC | | | | | | | |
| PGL ECD | | | | | | | |
| PGL TA | | | | | | | |
| PGL FCD | | | | | | | |
| PGL1 VM | | | | | | | |
| PGL2 VM | | | | | | | |
| PGL1 VL | | | | | | | |
| PGL2 VL | | | | | | | |

ANEXO 7

INFORMACIÓN AL PACIENTE Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio: *Prevalencia de puntos gatillo miofasciales y criterios diagnósticos en diferentes músculos de la extremidad inferior en sujetos con el arco longitudinal interno descendido.*

1) Información al paciente del objeto del estudio

Los objetivos del presente estudio son los siguientes:

- El objetivo principal es conocer la prevalencia de puntos gatillo latentes (PGLs) en diversos músculos de la extremidad inferior en sujetos con el ALI bajo comparado con controles.
- El objetivo secundario es estudiar la fiabilidad y la prevalencia de los criterios diagnósticos de PGLs.

La metodología a seguir será la siguiente:

- Se valorará si los participantes cumplen los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el estudio.
- En aquellos participantes que cumplan los requisitos establecidos, se procederá a la recogida de las variables sociodemográficas (edad, sexo, altura, peso e índice de masa corporal).
- Posteriormente se valorará la presencia de PGLs en los gastrocnemios, sóleo, peroneo lateral largo, peroneo lateral corto, extensor común de los dedos, tibial anterior, flexor común de los dedos, recto femoral, vasto medial y vasto lateral, utilizando los criterios propuesto por Simons et al y el umbral de dolor a la presión.
- Al tratarse de un estudio de observacional, no se realizará ningún tipo de intervención terapéutica en los participantes de la que pudiese derivarse algún efecto secundario.

2) Consentimiento informado:

1. He leído y comprendido la hoja informativa objeto del estudio.
2. He tenido la oportunidad de hacer preguntas.
3. Mis preguntas han sido respondidas de forma satisfactoria.
4. He recibido información suficiente del estudio y de las pruebas a realizar.

5. Entiendo que la participación es voluntaria y puedo abandonar el estudio cuando lo desee sin que tenga que dar explicaciones y sin que ello afecte a mis cuidados médicos.
6. Estoy de acuerdo en que mi consentimiento por escrito y otros datos estén a disposición de Juan Carlos Zuil Escobar y del proyecto de investigación clínico en el que estoy participando, pero siempre respetando la confidencialidad y la garantía de que mis datos no estarán disponibles públicamente de forma que pueda ser identificado.
7. Los datos recogidos para este estudio serán incluidos junto con los de otras personas que participen en este estudio en una base de datos de carácter personal.
8. Comprendo que tengo los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición a mis datos de carácter personal de acuerdo con lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999 de protección de datos de carácter personal, que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección de contacto que figura en este documento.
9. Estos datos no podrán ser cedidos sin mi consentimiento expreso y no lo otorgo en este acto.

Firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para manifestar mi deseo de participar en este estudio de investigación sobre *Prevalencia de puntos gatillo miofasciales y criterios diagnósticos en diferentes músculos de la extremidad inferior en sujetos con el arco longitudinal interno descendido*, hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

Nombre y apellidos del paciente:

DNI/Pasaporte:

Firma:

Fecha:

Nombre y apellidos del investigador: Juan Carlos Zuil Escobar

DNI: 53101199H

Dirección postal de contacto del Investigador: Avda. de Montepíncipe s/n. Boadilla del Monte. 28660. Madrid

E-mail: jczuil@ceu.es

Teléfono: 913724700 extensión: 4693

ANEXO 8

HOJA DE RECOGIDA DE DATOS ESTUDIO 4

Variables sociodemográficas y altura ALI:

- Edad:
- Sexo:
- ALI bajo/ALI normal:
- Altura:
- Peso:
- Índice de masa corporal:

Puntos gatillo latentes:

| | BT | FI | DR | SS | REL | PGL | UDP |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| PGL1 GM | | | | | | | |
| PGL2 GM | | | | | | | |
| PGL1 sóleo | | | | | | | |
| PGL PLL | | | | | | | |
| PGL PLC | | | | | | | |
| PGL ECD | | | | | | | |
| PGL TA | | | | | | | |
| PGL FCD | | | | | | | |
| PGL1 VM | | | | | | | |
| PGL2 VM | | | | | | | |
| PGL1 VL | | | | | | | |
| PGL2 VL | | | | | | | |