



**ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LA PRESENCIA DE GASTROCNEMIO
CORTO EN PACIENTES CON Y SIN HAV**

**COMPARATIVE STUDY ABOVE PRESENCE OF GASTROCNEMIUS THIGHTNESS IN
PATIENTS WITH AND WITHOUT HAV**

Alumna: Andrea Ollero Hernández

Curso: 2015-2016

INDICE

Resumen	2
Palabras clave	2
Abreviaturas	2
Introducción	2
Objetivos e Hipótesis	6
Material y métodos	6
Resultados	7
Discusión	8
Conclusiones	9
Agradecimientos	10
Bibliografía	10

ESTUDIO COMPARATIVO SOBRE LA PRESENCIA DE GASTROCNEMIO CORTO EN PACIENTES CON Y SIN HAV

Resumen

Introducción: La deformidad del Hallux Abducto Valgus con Metatarsus primus Adducto Valgus (HAV) presenta múltiples factores etiológicos, incluyendo entre estos el acortamiento de gastrocnemios.

Objetivos: Este estudio consiste en analizar la posible relación entre la presencia de gastrocnemio corto y HAV, además de valorar la coexistencia con otras patologías del pie.

Material y métodos: Muestra de 20 sujetos con un total de 16 pies con la deformidad de HAV y 20 pies sin, a los cuales se les realizó un examen clínico estándar de 13 parámetros. El trabajo se complementó con una revisión de la literatura sobre la relación anatómica y biomecánica entre HAV y gastrocnemio.

Resultado: La media de edad de los pacientes con HAV se situó en 53,3 años en comparación a los 36,3 años del grupo control. En el grupo con la deformidad del HAV predominan el género femenino, antecedentes familiares de HAV, pie pronado, valgo de retropié y acortamiento o retracción del gastrocnemio.

Conclusión: El estudio muestra una relación entre HAV y acortamiento de gastrocnemio, en concordancia con los resultados publicados hasta la fecha. La revisión bibliográfica presenta múltiples patologías del pie relacionadas con el acortamiento de gastrocnemio, siendo las más frecuentes fascitis plantar, metatarsalgia, HAV y tendinopatía del tendón calcáneo.

Palabras clave

Hallux Valgus. Búnion. Acortamiento del Gastrocnemio. Anatomía del Gastrocnemio.

Abreviaturas

ALI: Arco longitudinal interno
AP: Autoría propia
ASA: Articulación subastalar
ATPA: Articulación tibioperoneastragalina
AMTF: Articulación metatarsofalángica
FP: Fascia plantar

Abstract

Background: Hallux Abducto Valgus with Metatarsus primus Adductus Valgus (HAV) deformity has multiple etiological factors, including among these gastrocnemius tightness.

Objective: This study consists to analyze the relationship between the presence of gastrocnemius tightness and HAV, and besides the coexistence with other foot pathologies.

Methods: Sample of 20 subjects with a total of 16 feet with HAV deformity and 20 feet without, whom underwent a standard clinical examination of 13 parameters. The study was complemented by a review of the literature about the anatomical and biomechanical relationship between HAV and gastrocnemius.

Results: The mean age of patients with HAV was 53.3 years compared to 36.3 years in the control group. In the group with HAV deformity predominate female gender, family history of HAV, pronated foot, valgus hindfoot and shortening or tightness of the gastrocnemius.

Conclusion: The study shows a relationship between HAV and gastrocnemius tightness according to the results published to date. The literature review presents multiple pathologies related standing with shortening gastrocnemius, being the most frequent plantar fasciitis, metatarsalgia, HAV and tendinopathy of the calcaneal tendon.

Keywords

Hallux Valgus. Bunion. Gastrocnemius Tightness. Gastrocnemius Anatomy.

Introducción

El Hallux Abducto Valgo (HAV) es la desviación lateral y rotación externa progresiva del 1º dedo. Del mismo modo, también se ve afectado el 1º metatarsiano con una desviación medial y rotación externa, por lo que técnicamente se denominaría Hallux Abducto Valgus con Metatarsus primus Adducto Valgus¹.

El HAV es la patología más común del antepié afectando entre el 2 y 4% de la población, siendo más habitual en el género femenino con una proporción de 15:1^{2,3,4}.

La retracción de los gastrocnemios ha sido muy documentada en pacientes con enfermedades espásticas y neurológicas. En 1800, Delpech describió la liberación de las tensiones del compartimento posterior de la pierna para mejorar el balance muscular de pie y tobillo durante la marcha. Sin embargo, no se ha dado gran importancia a los efectos patológicos que conlleva dicha retracción en pacientes sin alteraciones neurológicas⁵.

Algunos autores^{6,7,8} consideran que la relación entre el gastrocnemio y el 1º radio viene dada por la existencia del sistema aquileo-calcáneo-plantar descrito por Arandes y Viladot, que se compone por el tendón del calcáneo, la parte posterior del calcáneo y su sistema trabecular, la fascia plantar (FP) y la musculatura intrínseca plantar. Así mismo, también se relaciona este mismo sistema con la existencia de otras patologías del mediopié y antepié como fascitis plantar, úlceras en pacientes diabéticos, pie plano, disfunción del tibial posterior, artrosis de la articulación de Lisfranc, metatarsalgia, deformidad digital y Hallux Rígido^{9,10,11}.

Anatomía

El tríceps sural es el músculo del compartimento posterior superficial de la pierna y se compone por el gastrocnemio, el sóleo y en algunos casos el músculo plantaris (presente entre el 65-90% de la población). Esta unión conforma el tendón más largo y potente del cuerpo humano, pero que a la vez se lesiona con mayor frecuencia (20% de lesiones de todos los tendones)⁶⁻⁹.

El gastrocnemio se compone por la cabeza medial y lateral, originadas en la superficie de la región pósterosuperior del cóndilo femoral correspondiente cruzan la articulación de la rodilla hacia distal. El sóleo se origina en la zona pósterosuperior de la tibia, en la membrana interósea y peroné.

Aproximadamente a la mitad de la pierna, aparece una lámina tendinosa que une ambos músculos. La contribución de cada músculo para la formación del tendón variará según la persona. En el 52% de la población el sóleo constituye dos tercios del tendón, en el 35% el sóleo y gastrocnemio contribuyen la mitad cada uno y en el 13% el gastrocnemio compone dos tercios del tendón^{6,8,9}.

El tendón calcáneo, de 2,5 cm de diámetro y 15 cm de longitud, es ancho en su origen pero a medida que desciende se estrecha hasta llegar a su mínima anchura en la articulación del tobillo (de 2 a 5 cm de la inserción), seguidamente se volverá a engrosar para insertarse en la parte pósteroinferior del calcáneo.

Esto sucede como consecuencia de la rotación de las fibras tendinosas insertándose el componente lateral del gastrocnemio antero-lateral, el componente medial posterior y el sóleo antero-medial (*Fig. 1*)^{7,8}.

El paratendón se continúa con el periostio en el lugar de inserción. Según diversos autores el periostio de dicha zona en realidad es fibrocartilago que difiere de la composición del periostio restante del calcáneo^{7,8,12,13,14}. Las fibras superficiales del tendón, formadas básicamente por el componente medial del gastrocnemio, se continúan con las fibras del calcáneo dirigidas hacia plantar contribuyendo a la formación de la fascia plantar, también conocidas como fibras de Sharpey^{7,12}.

La aponeurosis plantar es el término anatómico para referirse a la fascia plantar. Sin embargo, aponeurosis hace referencia a un tejido unidireccional y fascia a uno multidireccional. Dicho esto, el término de elección es fascia plantar, debido a que diversos estudios^{15,16} indican no solo extensiones longitudinales de sus fibras, sino también transversales y sagitales que conectarán la FP con la musculatura intrínseca, el tejido adiposo subcutáneo y la dermis adyacente.

La fascia plantar es la capa de revestimiento de la planta del pie, siendo la principal estructura de soporte y estabilización pasiva del arco medial. Con origen en la tuberosidad del calcáneo, se expande de forma triangular hasta llegar a todas las articulaciones metatarsofalángicas (AMTF) del pie. Se divide en tres componentes: Medial, el más pequeño, forma la aponeurosis del músculo abductor del 1º dedo y se continúa medialmente con la fascia dorsal del pie; Central o medio, el más grande, se ramifica contribuyendo a la formación del ligamento intermetatarsiano transversal, envuelve a los tendones de los lumbricales y sus 5 bandas se insertan en la placa plantar de cada dedo, base de la falange proximal y huesos sesamoideos del 1º metatarsiano (MTT); Lateral, se bifurca en dos a nivel del cuboides insertándose en la base del 5º MTT y la aponeurosis del abductor del 5º dedo^{6,9,16}.

A nivel embrionario el tendón del calcáneo muestra una clara continuidad con la fascia plantar mediante un engrosado pericondrio (*Fig. 2A*). A pesar de haber una alta actividad celular en el tendón, las fibras tendinosas de colágeno cubren el calcáneo como una matriz extracelular que empezará el proceso de condrogénesis histológicamente antes. El posterior desarrollo del tendón y la aponeurosis irá vinculado al pericondrio del calcáneo. Esta continuidad de estructuras irá disminuyendo a medida que el cuerpo se desarrolla como método de adaptación a las fuerzas de estrés (*Fig. 2B*)¹³.

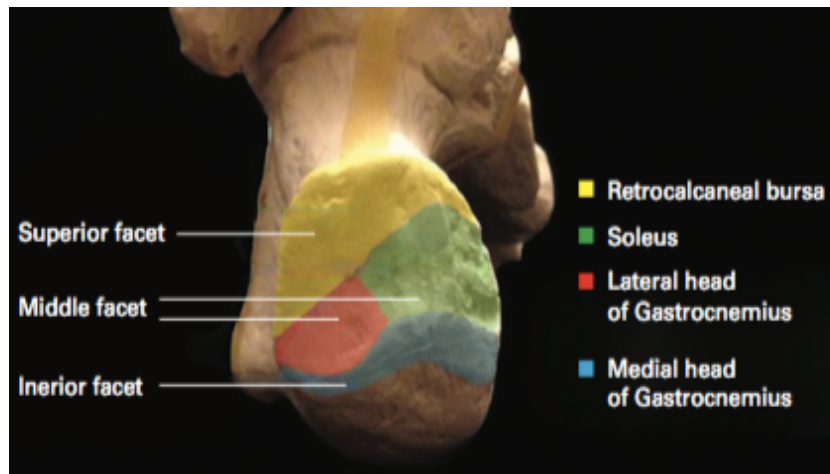


Figura 1. Inserción de los diferentes componentes del tendón del calcáneo en la superficie de la tuberosidad calcánea. Fuente de: Ballal MS, Walker CR, Molloy AP. *The anatomical footprint of the Achilles Tendon.* Bone Joint J. 2014;96-B(10):1344–8⁷.

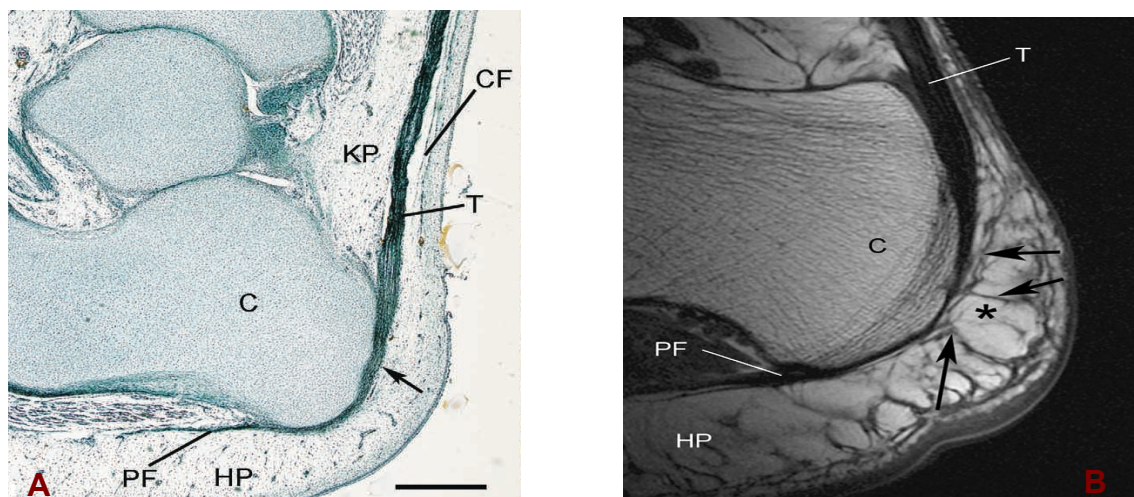


Figura 2. Comparación entre la continuidad de las fibras de Sharpey en el feto de 57mm de longitud (desde la cabeza hasta la extremidad) y fibras de un adulto de 42 años de edad. **A)** Continuidad entre el tendón calcáneo (T) y la fascia plantar (PF) indicado por una flecha. Condensación mesenquimatosa de la zona posterior señal de la diferenciación de la fascia crural (CF). Todavía no se ha iniciado la adipogénesis en el triángulo de Kager (KP) y el talón (HP). **B)** En la edad adulta todavía hay continuidad, aunque en menor proporción, entre el tendón calcáneo y la fascia plantar. El tejido adiposo plantar se extiende hacia posterior y proximal entrelazándose con los septos fibrosos del tendón calcáneo (flechas). Fuente de: Shaw HM, Vázquez OT, McGonagle D, Bydder G, Santer RM, Benjamin M. *Development of the human Achilles tendon enthesis organ.* J Anat. 2008;213(6):718–24¹³.

Esta compleja anatomía junto con el desarrollo embrionario y su relación funcional posterior apoyan la existencia del “Sistema aquileo-calcáneo-plantar” y justificarían una posible relación entre el gastrocnemio, el HAV y otras patologías del pie.

Biomecánica

El tríceps sural realiza el 93% de la plantarflexión del pie, siendo su brazo de palanca 5 veces mayor que los músculos perimaleolares. Debido a las diferencias anatómicas de sus componentes, la funcionalidad de este varía. El sóleo tiene capacidad inversora mientras que el gastrocnemio actúa como eversor¹⁷.

En la bipedestación estática el peso corporal (fuerza externa de la gravedad aplicada al cuerpo) se contrarresta con las fuerzas de reacción del suelo (FRS) en el pie (concretamente en calcáneo y MTT). Cuando dichos valores son iguales, se consigue el equilibrio corporal (Fig.3A). Si hay un aumento de tensión en el tendón calcáneo, las FRS del calcáneo disminuirán y las de los MTT aumentarán para mantener el equilibrio. Consecuentemente, el centro de presiones se desplazará hacia delante y la dorsiflexión del tobillo se conseguirá a expensas de la dorsiflexión de la

articulación mediotarsiana y del antepié, por lo que el arco longitudinal interno (ALI) se hundirá. Para evitarlo, la tensión de la fascia plantar inducida por el desequilibrio de fuerzas entre retropié y antepié, provocará un momento dorsiflexor del calcáneo y plantarflexor en el antepié^{18,19} (Fig. 3B).

Por otra parte, en la dinámica durante el choque de talón las FRS solo actúan en el talón, estando disminuidas o ausentes en el antepié. El tendón calcáneo y la fascia plantar estarán relajados. No es hasta el momento previo del inicio de la fase de apoyo que el gastrocnemio se activa como mecanismo de desaceleración del avance tibial, las FRS aparecerán en el antepié y habrá un hundimiento del ALI. Al mismo tiempo, también habrá un incremento de tensión en la fascia plantar para reducir el colapso medial. Previamente al inicio de la fase propulsiva, el gastrocnemio estará en su máxima tensión, al igual que el antepié estará en el pico máximo de las FRS y la FP en máxima tensión durante el ciclo de la marcha¹⁸ (Fig. 4).

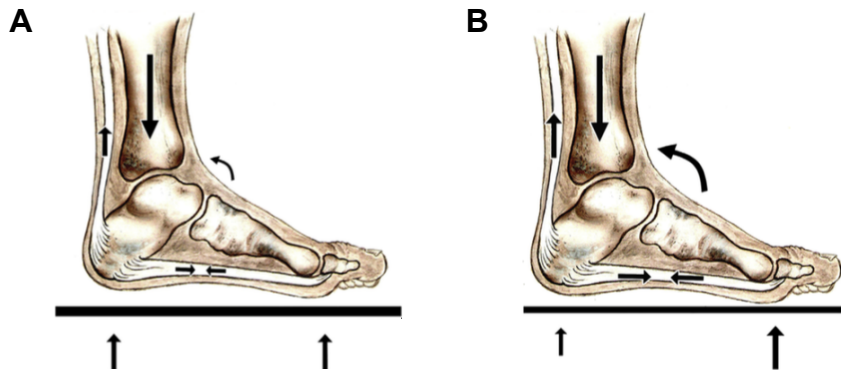


Figura 3. Modelo mecánico en el plano sagital durante la estática. **A)** Equilibrio entre el peso corporal y las FRS. **B)** Desequilibrio por aumento de tensión en el tendón calcáneo. Fuente de: Pascual Huerta J. *The effect of the gastrocnemius on the plantar fascia.* *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):701–18¹⁸.

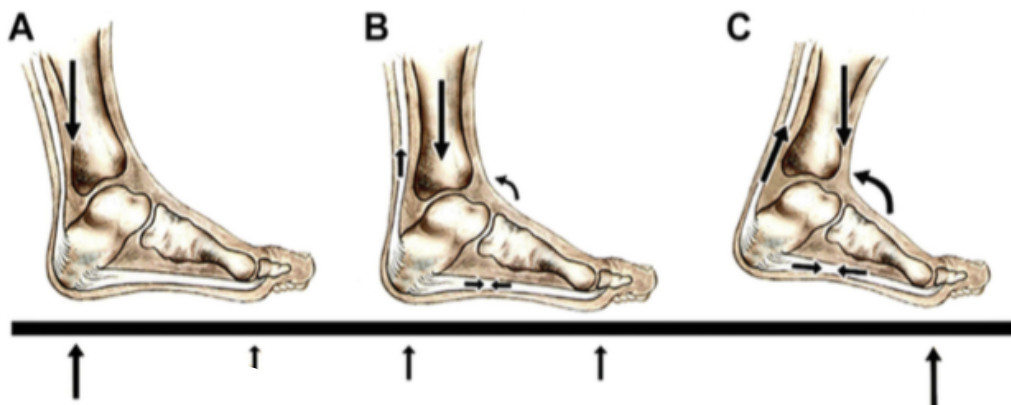


Figura 4. Modelo mecánico en el plano sagital durante el período de apoyo del ciclo de la marcha. **A)** Choque de talón. **B)** Fase de Apoyo monopodal. **C)** Fase propulsiva. Fuente de: Pascual Huerta J. *The effect of the gastrocnemius on the plantar fascia.* *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):701–18¹⁸.

En este trabajo se estudia la contractura rígida del gastrocnemio resultante de una plantarflexión excesiva que limita la dorsiflexión más allá de 90°. Como consecuencia, la marcha se verá alterada en diferentes fases (respuesta a la carga, apoyo medio y final y oscilación media). La fase donde mejor se podrá observar será en el apoyo medio y final, ya que cadera y rodilla estarán en extensión con máxima tensión del gastrocnemio¹⁷.

La gravedad de las alteraciones variará según la forma de caminar del paciente más o menos ágil y el nivel de la contractura. Una persona con marcha lenta realiza el contacto inicial con toda la planta del pie y el avance tibial estará ausente. Por otro lado, una persona más enérgica enmascara las alteraciones con la elevación precoz del talón, la cual sucede al final del apoyo medio, ayudada por la propulsión de la oscilación de la pierna contralateral¹⁷. En caso que las compensaciones no fueran suficientes, el cuerpo se ayudaría con la hiperextensión de rodilla y/o la inclinación anterior del tronco.

A nivel del pie, la tracción del tendón calcáneo situado medial respecto a la articulación subtalar (ASA) provocaría un momento supinador en dicha articulación. No obstante, cuando el eje del ASA está medializado y el tendón está en tensión, predominará un momento pronador que mantendrá más tiempo del normal el calcáneo en eversion. De este

modo, se consigue desbloquear la articulación mediotarsiana permitiendo la movilidad y aumentando su momento dorsiflexor. Además, habrá un descenso del astrágalo y rotación interna de la tibia que contribuyen a un exceso de aplanamiento del ALI y a un aumento de las tensiones sobre la FP. Si añadimos la deformidad de HAV, la cual su progresión se ve favorecida por una rotación interna de la extremidad y mayor eversion de la ASA²⁰, las fuerzas deformantes en valgo se verán beneficiadas¹⁷⁻²¹.

El propósito de este artículo es profundizar en la posible relación entre la presencia o no de retracción aislada del gastrocnemio en pacientes con HAV y con otras alteraciones podológicas.

Objetivos e Hipótesis

- Analizar la posible relación entre la presencia de gastrocnemio corto y HAV.
- Valorar la coexistencia de otras patologías del pie en pacientes con gastrocnemio corto.

Hipótesis: El gastrocnemio corto es un factor etiológico de aparición de HAV.

Material y métodos

El trabajo consta de dos partes, un estudio clínico observacional y una revisión bibliográfica.

Entre enero y mayo de 2016 se revisaron 20 pacientes en el Hospital Clínic de Barcelona de los cuales 10 presentaban la deformidad de HAV y los 10 restantes no, siendo este último el grupo control.

Fueron excluidos aquellos pacientes que no estuvieran en un rango de edad entre 18 a 75 años, que además presentaran deformidades resultantes de una inflamación, infección, alteración reumática, procesos gotosos o consecuencia de traumatismo, pacientes diabéticos con afectación de órganos diana y tratados previamente con cirugía mayor de antepié o tobillo.

Todos los pacientes incluidos firmaron previamente una hoja de consentimiento para la realización del estudio y se les realizó un examen clínico estándar de 13 parámetros (*Tabla1*).

Tabla1. Parámetros clínicos explorados. Fuente de Autoría Propia (AP).

Ítem	Procedimiento de valoración
Patrón hiperqueratósico	Si hay o no. En caso afirmativo si es localizada o difusa y donde se encuentra.
Alteraciones ungueales	Si hay o no.
Alteraciones digitales	Si hay o no, y cuál es el dedo que presenta dicha alteración.
Fórmula digital	Si es un pie egipcio, griego o cuadrado.
Fórmula metatarsal	Si es index minus, index plus minus o index plus.
Índice postural del pie (FPI) 22,23,24	Test que permite clasificar el pie en un rango de pronosupinación mediante la valoración de 6 parámetros (palpación cabeza del astrágalo, curvatura supra/inframaleolar, posición del calcáneo en el plano frontal, prominencia de la región talo-navicular, congruencia del arco longitudinal interno (ALI), abducción o aducción del retropié).
Relación antepié-retropié	Posición del antepié respecto la posición neutra del retropié.
Rango articular activo articulación tibio peronea astragalina (ATPA)	Medición de la flexión dorsal activa con el goniómetro multiusos para descartar la presencia de otras patologías restrictivas de la movilidad de la articulación.
Test de Silfverskiöld 25-28	Valora la flexión dorsal pasiva de la ATPA con el goniómetro multiusos manteniendo el calcáneo en una posición neutra o en varo. Positivo: El paciente no llega a los 0° de dorsiflexión de la ATPA con la rodilla en extensión, pero si llega cuando tiene la rodilla en flexión. Negativo: El paciente llega a los 0° de dorsiflexión de la ATPA con la rodilla en extensión y en flexión.
Test de Barouk 21	Positivo: El paciente en sedestación y con la rodilla extendida tiene un bloqueo de la 1ª AMTF y no puede realizar flexión dorsal o está limitada. Dicho bloqueo desaparece cuando el paciente flexiona la rodilla. Negativo: No se observa bloqueo de la primera AMTF cuando el paciente tiene la rodilla extendida.
Test de Jack 29	Positivo: Al paciente en bipedestación se le realiza una dorsiflexión superior a 10° de la 1ª AMTF, se activa el mecanismo windlass, inversión del calcáneo, además de una rotación externa de la pierna. Negativo: El paciente en bipedestación, no es capaz de conseguir más de 10° de dorsiflexión de la 1ª y no habrá una activación del mecanismo windlass, inversión calcánea y rotación externa de la pierna.
Posición relajada del calcáneo en apoyo (PRCA)	Valora el eje del retropié respecto el plano del suelo con la regleta de Perthes cuando el paciente está en posición relajada en bipedestación.
Posición neutra del calcáneo en apoyo (PNCA)	Valora el eje del retropié respecto el plano del suelo con la regleta de Perthes en su posición neutra con el paciente en bipedestación.

La otra parte del trabajo consiste en un revisión bibliográfica en diferentes libros y bases de datos entre enero y mayo del 2016.

Bases de datos incluidas: PubMed, Cochrane Library, Google Académico, *Sage Journals*, con los motores de búsqueda: *hallux valgus*, (*hallux valgus*) *AND gastrocnemius*, *gastrocnemius tightness*, (*gastrocnemius tightness*) *AND foot*, ((*gastrocnemius*) *AND calcaneal tendon*) *AND anatomy*, (*gastrocnemius tightness*) *AND biomechanical*, ((*gastrocnemius*) *AND biomechanical*) *NOT muscle*.

La búsqueda se delimitó a artículos realizados en humanos durante los últimos 5 años, aunque posteriormente el rango de fecha de publicación se aumentó hasta el 2002.

La búsqueda bibliográfica se complementó con 4 libros de importante relevancia científica. Los libros utilizados fueron: Análisis de la Marcha de *Jacqueline Perry*, Biomecánica del pie y la extremidad inferior de *Kevin A. Kirby*, Gastrocnemios cortos: de la anatomía al tratamiento de *LS & P Barouk* y *Sarrafian's anatomy of the foot and ankle* de *A.S. Kelikian* y *S.K. Sarrafian*.

Resultados

La muestra de este estudio para el grupo con HAV fue de 16 pies (9 derechos y 7 izquierdos) y para el grupo sin HAV fue de 20 pies (10 derechos y 10 izquierdos) con una muestra total de 20 pacientes. La media de edad de los pacientes con HAV se situó en 53,3 años en comparación a los 36,3 del grupo control. Los resultados encontrados se indican en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Resultados de la exploración clínica realizada a los pacientes con y sin HAV. Fuente de AP.

Ítems	Pacientes con HAV		Pacientes sin HAV	
Edad media	53,3 años		36,3 años	
Género	8 Mujeres 2 Hombres	80% Mujeres 20% Hombres	6 Hombres 4 Mujeres	60% Hombres 40% Mujeres
Tipo de calzado	6 Tacón y estrecho 4 Bajo y ancho	60% Tacón y estrecho 40% Bajo y ancho	9 Bajo y ancho 1 Bajo y estrecho	90% Bajo y ancho 10% Tacón y estrecho
HAV Familiar	9 Si 1 No	90% Si 10% No	7 No 3 Si	70% No 30% Si
Pie	9 Pies derechos 7 Pies izquierdos	56,25% Pies derechos 43,75% Pies izquierdos	10 Pies derechos 10 Pies izquierdos	50% Pies derechos 50% Pies izquierdos
Patrón hiperqueratósico	8 HQ en 2ª y 3ª CMTT 5 HQ en 1ª y 5ª CMTT 3 HQ en 1º dedo	50% HQ en 2ª y 3ª CMTT 31,25% HQ en 1ª y 5ª CMTT 18,75% HQ en 1ºdedo	14 Sin HQ 4 HQ en 2ª y 3ª CMTT 2 HQ en 1º dedo	70% Sin HQ 20% HQ en 2ª y 3ª CMTT 10% HQ en 1º dedo
Alteraciones ungueales	9 Onicocriptosis del 1º dedo 7 No	56,25% Onicocriptosis del 1º dedo 43,75% No	20 No	100% No
Alteraciones digitales	9 Garra del 2º dedo 5 Garra del 3º dedo 4 Garra del 4º dedo 7 No	56,25% Garra del 2º dedo 31,25% Garra del 3º dedo 25% Garra del 4º dedo 43,75% No	19 No 1 Garra del 2º dedo	95% No 5% Garra del 2º dedo
Fórmula digital	14 Egipcio 2 Cuadrado	87,5% Egipcio 12,5% Cuadrado	10 Griego 8 Egipcio 2 Cuadrado	50% Griego 40% Egipcio 10% Cuadrado
Fórmula metatarsal	13 Índice minus 3 Índice plus	81,25% Índice minus 18,75% Índice plus	16 Índice minus 4 Índice plus minus	80% Índice minus 20% Índice plus minus
FPI	10 Pronado 4 Normal 2 Muy pronado	62,5% Pronado 25% Normal 12,5% Muy pronado	12 Normal 4 Pronado 4 Supinado	60% Normal 20% Pronado 20% Supinado
Relación antepié- retropié	13 AP supinado 2 Plantarflexión 1r R 1 Neutro	81,25% AP supinado 12,5% Plantarflexión 1r R 6,25% Neutro	16 Neutro 4 AP supinado	80% Neutro 20% AP supinado
Rango articular activo ATPA	10 Inferior a 10º 6 Superior o igual a 10º	62,5% Inferior a 10º 37,5% Superior o igual a 10º	15 Superior o igual a 10º 5 Inferior a 10º	75% Superior o igual a 10º 25% Inferior a 10º
Test de Silfverskiöld	11 Positivos 5 Negativos	68,75% Positivos 31,25% Negativos	16 Negativos 4 Positivos	80% Negativos 20% Positivos
Test de Barouk	9 Negativos 7 Positivos	56,25% Negativos 43,75% Positivos	16 Negativos 4 Positivos	80% Negativos 20% Positivos
Test de Jack	16 Positivos	100% Positivos	20 Positivos	100% Positivos
PRCA	14 de 0 a 5º Vg 2 Superior a 5º Vg	87,5% de 0º a 5º Vg 12,5% Superior a 5º Vg	15 de 0º a 5º de Vg 5 Inferior a 0º	75% de 0º a 5º de Vg 25% Inferior a 0º
PNCA	13 de 0º a 5º Vg 3 Inferior a 0º	81,25% de 0º a 5º Vg 18,75% Inferior a 0º	10 de 0º a 5º Vg 10 Inferior a 0º	50% de 0º a 5º Vg 50% Inferior a 0º

Abreviaturas: HQ, hiperqueratosis; CMTT, cabezas metatarsales; AP, antepié; R, radio; Vg, valgo.

En la búsqueda bibliográfica se obtuvieron 911 artículos de los cuales se excluyeron 868 al considerarse bibliográficamente desactualizados o cuya información se consideró poco significativa para dicho estudio, finalmente los artículos utilizados fueron 43.

Discusión

Hasta la fecha se ha relacionado la presencia del HAV con múltiples factores etiológicos extrínsecos (calzado estrecho con tacón alto y sobrepeso) e intrínsecos (factores genéticos, laxitud ligamentosa, metatarsus primus varus, pie plano, Hallux Limitus Funcional, edad, género, morfología del 1r MTT, 1r radio hipermóvil, tensión del tendón calcáneo y desórdenes neuromusculares)^{2,3,5,6,30-32}. Además, diversos artículos relacionan directamente la presencia de HAV con el aumento de tensión del gastrocnemio^{2,5,6,10,20,28,30}. Para comprender mejor esta conexión, se ha documentado la relación anatómica y biomecánica entre gastrocnemio y las estructuras del pie.

A nivel anatómico hay una gran controversia en la continuidad de las fibras entre el tendón del calcáneo, concretamente el componente medial del gastrocnemio⁷, y la fascia plantar. La mayoría de autores aceptan dicha afirmación con la aclaración que la relación es temporal, como factor de la evolución de la marcha bípeda^{15,18,32}. En los recién nacidos se puede observar como las fibras del tendón se alargan más allá del calcáneo y se entremezclan con las fibras de la FP, a medida que el cuerpo se desarrolla la cantidad de fibras disminuye hasta desaparecer en la edad adulta, se osifican pasando a formar parte del periostio de la superficie posterior del calcáneo^{7,8,9,12,13,14,33}. Un estudio realizado por Kim et al.³⁴ mediante imágenes de resonancia magnética, demuestra una migración proximal del tendón del calcáneo del 0,63% al año partiendo de una continuidad entre éste y la FP en los sujetos más jóvenes. Esto es importante ya que la unión gastrocnemio-hallux, se basa en la continuidad con la fascia plantar, los sesamoideos y su unión a la falange.

Contraria a la anatomía, la relación biomecánica entre el gastrocnemio y la FP es aceptada científicamente^{17,18,19,35-39}. Esta se basa en el conjunto de fuerzas y momentos que actuarán para mantener el equilibrio corporal. En estática, cuando la tensión del gastrocnemio está aumentada, el peso del cuerpo se anterioriza y se intensifican las FRS del antepié, causando un momento dorsiflexor que se transmitirá hasta el tobillo para oponerse y posteriorizar el peso corporal. Mientras, la principal encargada de mantener la integridad estructural del pie y evitar el hundimiento del ALI es la fascia plantar. Durante la marcha, el pico de máxima tensión tanto del gastrocnemio como de la fascia plantar será antes del inicio de la propulsión. Si el acortamiento del gastrocnemio impide la dorsiflexión del tobillo necesaria durante la marcha, habrá una elevación precoz de talón, si aún así no fuera suficiente, se acompañaría con la hiperextensión de rodilla e inclinación anterior del cuerpo^{17,40}. Por lo que refiere al pie, las personas con HAV muestran una mayor tendencia hacia la rotación interna de la pierna y eversión de la ASA^{20,41}, aumentando la tensión del gastrocnemio. Fortuitamente, la retracción del gastrocnemio acentúa estos mismos parámetros que ya están incrementados con el HAV^{17,20,21,42,43} favoreciendo la progresión de la deformidad del 1r radio.

Este estudio presenta ciertas limitaciones. En primer lugar el tamaño reducido de la muestra no permite extrapolar los valores a escala real de la incidencia del gastrocnemio corto con y sin presencia de la patología de HAV, motivo por el cual tampoco se analizan los resultados mediante programas estadísticos. Por otro lado, los resultados pueden ser una pequeña guía para futuros estudios. Otro parámetro a tener en cuenta es que las mediciones han sido realizadas por un solo profesional mediante un goniómetro multiusos o regleta de Perthes. En los resultados obtenidos del propio estudio se observan diferencias en la media de edad entre ambos grupos, que deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados. Esto puede ser una diferencia que podría responder a la progresión de la deformidad del HAV con los años, del mismo modo, que a la pérdida de elasticidad del sistema aquileo-calcáneo-plantar. La medición clínica del test de Silfverskiöld es una prueba subjetiva en la cual un resultado negativo no siempre indica la ausencia clínica de un acortamiento del gastrocnemio²⁷. Hasta la fecha, se han hecho estudios con métodos de medición más precisos, como el equinómetro⁵, pero su validez queda limitada en la práctica clínica diaria.

La edad media de la muestra con HAV es de 53,3 años mostrando una mayor edad en contraposición a los 36,3 años de la muestra control, con un marcado predominio del 80% del género femenino, como también indican otros autores^{2,3,4,20,30}. Asimismo, otros factores etiológicos como los antecedentes familiares, el 90% de pacientes con HAV tenían un factor parental, o el uso de calzado estrecho y con tacón, el 60% con HAV contrario al 10% sin HAV, contribuyen a la evolución de la desviación.

Durante la inspección en pacientes con HAV se observa que todos presentan hiperqueratosis, sobretudo en radios centrales, como *Wen et al*⁴⁴ afirman en su estudio. También se encuentra en la misma proporción la presencia de alteraciones digitales y ungueales en un 56,25%, siendo más frecuente el 2º dedo en garra y la

onicriptosis del 1r dedo. En cambio, el 70% del grupo control no tiene ninguna de las alteraciones mencionadas previamente. La fórmula metatarsal y digital que predomina en los pacientes con HAV es index minus y pie egipcio con 81,25% y 87,5% respectivamente. Un estudio realizado en España con una muestra de 1002 sujetos concluyó que la morfología típica del pie español es index minus (40,9%) y pie egipcio (57,1%)⁴⁵ coincidiendo con la morfología típica de los pacientes con HAV.

Uno de los grandes factores que inducen el progreso del HAV es la pronación^{2,3,4,30,31}. Este estudio clasifica la posición del pie mediante el FPI para poder clasificarlo dentro de unos rangos. Los resultados obtenidos fueron el 62,5% de pies pronados en pacientes con HAV a diferencia del 20% de los pacientes sin HAV, los cuales tienden hacia la normalidad (60%). Este parámetro se ve reforzado por el 87,5% de pacientes con HAV y tendencia al valgo del calcáneo en posición relajada, al 75% de los pacientes sin HAV.

La relación del antepié con el retropié también se diferencia claramente entre grupo control y grupo con HAV. En el caso del primero, el 80% presentan un pie neutro, mientras que en el segundo grupo el 81,25% tenían un antepié supinado.

A nivel clínico, el Test de Silfverskiöld es contrario para cada grupo, el 68,75% de los pacientes con HAV presentan un resultado positivo mientras que el 80% de los pacientes sin HAV tienen un resultado negativo. Es decir, los pacientes que pertenecen al grupo con HAV tienden hacia la limitación de la dorsiflexión pasiva de la articulación del tobillo, obteniendo valores inferiores a 0° con la rodilla en extensión, que se reduce al eliminar la tensión del gastrocnemio con la flexión de rodilla consiguiendo más de 0° de dorsiflexión. Sin embargo, esta prueba se describe en una posición neutra o de varo del calcáneo para bloquear las articulaciones subtalar y mediotarsiana que contribuyen a la dorsiflexión del pie a través de su eje oblicuo en situaciones donde la dorsiflexión del tobillo no sea suficiente para poder realizar una marcha más funcional y efectiva^{25,26,27}. LS y P Barouk^{21,46} en un primer estudio de 182 pies, obtienen un 77% de casos con gastrocnemio corto y HAV asociado, 8,3% con metatarsalgia, 2,7% artrosis de Lisfranc y 1% dedos en garra aislados. En un segundo estudio, la intervención quirúrgica conjunta del HAV y alargamiento del gastrocnemio les permitió asegurar la corrección del HAV.

Se ha observado en la clínica una relación entre la capacidad de dorsiflexión de la AMTF del Hallux y la flexión de la rodilla. Este signo se ha descrito como Test de Barouk, el cual apoyaría la continuidad anatómica entre las fibras del gastrocnemio y la fascia plantar hasta el 1r dedo²¹. En ambos grupos estudiados predomina un resultado negativo, aun así, se obtiene un 43,75% de resultados positivos en pacientes con HAV y un 20% sin, coincidiendo en ambos grupos los resultados positivos con los pacientes más jóvenes. No obstante, esta prueba fue descrita recientemente a partir de la observación clínica y no hay ningún estudio significativo que demuestre su veracidad. Dicho esto, los resultados de esta prueba se tendrían que relacionar con el Test de Jack, ya que el momento de mayor tensión del gastrocnemio dificultaría la dorsiflexión de la 1ªAMTF.

En resumen, el estudio en pacientes con la deformidad de HAV en comparación al grupo control muestra: un alto predominio del género femenino, predisposición de la deformidad cuando hay antecedentes familiares, tendencia hacia la pronación, valguismo del retropié y acortamiento o retracción del gastrocnemio.

Por otra parte, los pacientes incluidos en este estudio no referían otras molestias aparte de las descritas por la deformidad en sí del HAV. Muchos estudios describen la presencia de otras patologías del pie con la presencia del acortamiento del gastrocnemio^{5,6,10,11,18,21,26,27,32,35-39,41,47}, siendo de mayor a menor frecuencia de aparición: Fascitis plantar, metatarsalgia, HAV, tendinopatía del tendón calcáneo, úlcera diabética, insuficiencia del tibial posterior, artropatía de la articulación de Lisfranc, dedos en garra, artropatía de Charcot, Neuroma de Morton y Hallux Limitus Funcional.

Conclusiones

1. El estudio muestra una mayor presencia de HAV en pacientes con gastrocnemio corto a pesar de las limitaciones del trabajo ya expuestas.
2. En el estudio realizado se ha encontrado una marcada relación con la deformidad de los dedos, sin bien esta patología podría estar directamente en relación con la propia presencia de HAV.
3. La bibliografía sugiere una relación biomecánica entre la deformidad en HAV y el acortamiento de gastrocnemio.
4. La revisión bibliográfica describe múltiples patologías del pie relacionadas con el acortamiento del gastrocnemio, siendo las más frecuentes la fascitis plantar, metatarsalgia y HAV.

Agradecimientos

Al Dr. Daniel Poggio por su tutorización, ayuda y guía en la elaboración del trabajo, y a todo el equipo del servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Clínic por su colaboración.

Bibliografía

1. Dayton P, Kauwe M, Feilmeier M. Clarification of the Anatomic Definition of the Bunion Deformity. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53:160–3.
2. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int.* 2007;28:759–77.
3. Hecht PJ, Lin TJ. Hallux valgus. *Med Clin N Am.* 2014;98(2):227–32.
4. Nery C, Coughlin MJ, Baumfeld D, Ballerini FJ, Kobata S. Hallux valgus in males-part 1: demographics, etiology, and comparative radiology. *Foot ankle Int.* 2013;34(5):629–35.
5. DiGiovanni CW, Kuo R, Tejwani N, Price R, Hansen Jr. ST, Cziernecki J, et al. Isolated gastrocnemius tightness. *Bone Joint J.* 2002;84-A(6):962–70.
6. Dalmau AM, Vega J, Golanó P. Anatomía general y quirúrgica del músculo tríceps sural. En: Barouk LS, Barouk P. *Gastrocnemios cortos: de la anatomía al tratamiento.* Montpellier: Sauramps Medical; 2012:25-55
7. Ballal MS, Walker CR, Molloy AP. The anatomical footprint of the Achilles Tendon. *Bone Joint J.* 2014;96-B(10):1344–8.
8. Cohen JC. Anatomy and Biomechanical Aspects of the Gastrosoleus Complex. *Foot Ankle Clin.* 2009;14:617–26.
9. Dalmau Pastor M, Fargues Polo Jr B, Casanova Martínez Jr D, Vega J, Golanó P. Anatomy of the triceps surae: a pictorial essay. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):603–35.
10. Barouk LS, Barouk P. Brièveté des gastrocnémiens: comperendu du symposium. Congrès sfmcp-afcptoulouse. Toulouse; Juin 2006;22.
11. Bowers AL, Castro MD. The mechanics behind the image: foot and ankle pathology associated with gastrocnemius contracture. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2007;11(1):83–90.
12. O'Brien M. The Anatomy of the Achilles Tendon. *Foot Ankle Clin.* 2005;10(2):225–38.
13. Shaw HM, Vázquez OT, McGonagle D, Bydder G, Santer RM, Benjamin M. Development of the human Achilles tendon enthesis organ. *J Anat.* 2008;213(6):718–24.
14. Kim PJ, Richey JM, Wissman LR, Steinberg JS. The variability of the achilles tendon insertion: a cadaveric examination. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49(5):417–20.
15. Stecco C, Corradin M, Macchi V, Morra A, Porzionato A, Biz C, et al. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *J Anat.* 2013;223(6):665–76.
16. Kelikian A, Sarrafian S. *Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle: descriptive, topographic, functional.* 3ª edición. Philadelphia Lippincott Williams & Wilkins; 2011. 759p.
17. Perry J, Burnfield JM. *Análisis de la marcha: función normal y patológica.* Barcelona: Base;2010.
18. Pascual Huerta J. The effect of the gastrocnemius on the plantar fascia. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):701–18.
19. Kirby KA. *Foot and Lower Extremity Biomechanics III: Precision intricast Newsletters, 2002-2008.* Payson; 2009.
20. Steinberg N, Finestone A, Noff M, Zeev A, Dar G. Relationship between lower extremity alignment and hallux valgus in women. *Foot Ankle Int.* 2013;34(6):824–31.
21. Barouk LS. The effect of gastrocnemius tightness on the pathogenesis of juvenile hallux valgus: a preliminary study. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):807–22.
22. Abad E, Térmens J, Espinosa C, Subirà R, Arnés A. The Foot Posture Index. *Análisis y Revisión.* *El Peu.* 2011;31(4):190–7.
23. Tucker J, Moore M, Rooy J, Wright A, Rothschild C, Werk LN. Reliability of Common Lower Extremity Biomechanical Measures of Children With and Without Obesity. *Pediatr Phys Ther.* 2015;27(3):250–6.
24. Gijon Nogueron G, Sanchez Rodriguez R, Lopezosa Reca E, Cervera Marin JA, Martinez Quintana R, Martinez Nova A. Normal Values of the Foot Posture Index in a Young Adult Spanish Population. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2015;105(1):42–6.
25. Barouk P, Barouk LS. Clinical diagnosis of gastrocnemius tightness. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):659–67.
26. Patel A, DiGiovanni B. Association between plantar fasciitis and isolated contracture of the gastrocnemius. *Foot ankle Int.* 2011;32(1):5–8.
27. Amis J. The gastrocnemius: a new paradigm for the human foot and ankle. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):637–47.
28. Barouk P. Technique, indications, and results of proximal medial gastrocnemius lengthening. *Foot Ankle Clin.* 2014;19(4):795–806.
29. Benedetti MG, Ceccarelli F, Berti L, Luciani D, Catani F, Boschi M, et al. Diagnosis of flexible flatfoot in children: a systematic clinical approach. *Orthopedics.* 2011;34(2):94.
30. Perera AM, Mason L, Stephens MM. The pathogenesis of hallux valgus. *Bone Joint J.* 2011;93(17):1650–61.
31. Chell J, Dhar S. Pediatric hallux valgus. *Foot Ankle Clin.* 2014;19:236–43.

32. DiGiovanni CW, Langer P. The Role of Isolated Gastrocnemius and Combined Achilles Contractures in the Flatfoot. *Foot Ankle Clin*. 2007;12:363–79.
33. Viladot Pericé R, Cañellas Trobat A, Cañellas Ruesga A. Paleopatología del sistema gastro-sóleo-aquileo-calcáneo-plantar. En: Barouk LS, Barouk P. *Gastrocnemios cortos: de la anatomía al tratamiento*. Montpellier: Sauramps Medical; 2012:67-76
34. Kim PJ, Martin E, Ballehr L, Richey JM, Steinberg JS. Variability of insertion of the achilles tendon on the calcaneus: An MRI study of younger subjects. *J Foot Ankle Surg*. 2011;50(1):41–3.
35. Erdemir A, Hamel AJ, Fauth AR, Piazza SJ. Dynamic loading of the plantar aponeurosis in walking. *Bone Joint J* 2004;86A(3):546-52
36. Aronow MS, Diaz Doran V, Sullivan RJ, Adams DJ. The Effect of Triceps Surae Contracture Force on Plantar Foot Pressure Distribution. *Foot Ankle Int*: 2006;7(1):43-52
37. Cheung JTM, Zhang M, An KN. Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. *Clin Biomech*. 2006;21(2):194–203.
38. Cheng HYK, Lin CL, Wang HW, Chou SW. Finite element analysis of plantar fascia under stretch-The relative contribution of windlass mechanism and Achilles tendon force. *J Biomech*. 2008;41(9):1937–44.
39. Bolívar YA, Munuera P V, Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2013;34(1):42–8.
40. You JY, Lee HM, Luo HJ, Leu CC, Cheng PG, Wu SK. Gastrocnemius tightness on joint angle and work of lower extremity during gait. *Clin Biomech*. 2009;24(9):744–50.
41. Johanson MA, Armstrong M, Hopkins C, Keen ML, Robinson M, Stephenson S. Gastrocnemius Stretching Program More Effective in Increasing Ankle/Rearfoot Dorsiflexion When Subtalar Joint Positioned in Pronation Compared to Supination. *J Sport Rehabil*. 2015;24:307–14.
42. Lersch C, Grötsch A, Segesser B, Koebke J, Brüggemann GP, Potthast W. Influence of calcaneus angle and muscle forces on strain distribution in the human Achilles tendon. *Clin Biomech*. 2012;27(9):955–61.
43. Valentini R, Martinelli B, Mezzarobba S, De Michiel A, Toffano M. Optokinetic analysis of gait cycle during walking with 1 cm- and 2 cm-high heel lifts. *Foot*. 2009;19(1):44–9.
44. Wen J, Ding Q, Yu Z, Sun W, Wang Q, Wei K. Adaptive changes of foot pressure in hallux valgus patients. *Gait Posture*. 2012;36(3):344–9.
45. Pita Fernandez S, Gonzalez Martin C, Seoane Pillado T, Pertega Diaz S, Perez Garcia S, Lopez Calvino B. Podiatric medical abnormalities in a random population sample 40 years or older in Spain. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2014;104(6):574–82.
46. Barouk LS y P. Hallux valgus y gastrocnemios cortos: estudio de dos series clínicas. En: LS y P Barouk. *Gastrocnemios cortos: de la anatomía al tratamiento*. Montpellier: Sauramps Medical; 2012. 265-280.
47. Cychsz CC, Phisitkul P, Belatti DA, Glazebrook MA, DiGiovanni CW. Gastrocnemius recession for the foot and ankle conditions in adults: evidence-based recommendations. *J Foot Ankle Surg*. 2015;21:77-85