



Facultade de Enfermaría e Podoloxía
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

GRAO EN PODOLOXÍA

Curso académico 2014/2015

TRABALLO DE FIN DE GRAO

**Evidencia científica de los métodos de
medición de la altura del arco longitudinal
interno del pie.**

Arancha Pena González

Xuño 2015

Director: Carolina Rosende Bautista

INDICE

1. Resumen estructurado.....	1-2
2. Introducción.....	3-5
3. Formulación de la pregunta.....	6
4. Metodología.....	7
4.1. Criterios de inclusión y exclusión.....	7-8
4.2. Estrategia de búsqueda.....	8-11
5. Resultados.....	12-43
6. Síntesis de resultados, discusión y conclusiones.....	43-47
7. Agradecimientos.....	48
8. Bibliografía.....	49-50
9. Apéndices.....	51-53

1. Resumen.

Resumen estructurado

Introducción

La altura del arco longitudinal interno (ALI) ha sido considerada como una de las características estructurales más variables del pie y una de las más importantes para clasificar la morfología del mismo, no existiendo un consenso sobre que prueba o pruebas clínicas deben de realizarse para establecer una clasificación del pie en función de la altura del ALI.

Objetivo

Determinar qué pruebas o medidas clínicas, se presentan en la bibliografía científica con mayor grado de evidencia para poder realizar de forma fiable una clasificación de la morfología del pie en función de la altura del ALI.

Material y métodos

Para conseguir el objetivo del estudio, se realiza una revisión bibliográfica específica en diferentes bases de datos tanto nacionales como internacionales.

Resultados

Se analizan los diferentes métodos o pruebas consideradas válidas o específicas para la medición que se pretende conseguir, definidas y explicadas en los artículos seleccionados como válidos. Entre todas estas medidas nos encontramos con: el índice del arco, el FPI, altura del ALI...

Conclusiones

Para concluir, decir que, se ha establecido que la prueba con mayor fiabilidad, y por tanto, validez, para conseguir la medición que se ha establecido es el índice del arco, desbancando a otras medidas a un segundo plano.

Palabras clave

Arch, clinical measurement, medial longitudinal arch, clinical gait analysis.

Structured summary

Introduction

The height of the medial longitudinal arch (ALI) has been considered one of the most variable structural features of the foot and one of the most important to classify the morphology of the same, there is no consensus on which test or clinical trials should be performed to establish Foot rated according to the height of ALI.

Objectives

Determine what tests or clinical measures are presented in the scientific literature with greater evidence to reliably perform a classification of the morphology of the foot depending on the height of the ALI

Material and methods

To achieve the objective of the study, specific literature review on different bases of national and international data is made.

Results

Different methods or tests deemed valid or specific measurement to be achieved, defined and explained in the articles selected as valid analyzes. Among these measures we find: the index of the arc, the FPI, height ALI ...

Conclusions

To has to be concluded, saying that it has been established that the test more reliable, and therefore validity for measuring that has been established is the index of the arch, displacing other measures to the background.

Keywords

Arch, clinical measurement, medial longitudinal arch, clinical gait analysis.

2. Introducción

Los grandes mamíferos, incluidos los humanos, ahorran gran parte de la energía necesaria para el funcionamiento por medio de estructuras elásticas en las piernas y los pies. La energía cinética y potencial eliminada del cuerpo en la primera mitad de la fase de apoyo se almacena brevemente como energía de deformación elástica y luego regresa en la segunda mitad por retroceso elástico. Entre las estructuras elásticas involucradas, los tendones de los músculos distales de las piernas han demostrado ser importantes, incluyendo las propiedades elásticas del arco del pie humano¹.

El arco longitudinal interno (ALI) por su conformación junto con la forma cupular de la bóveda plantar y los puntos de apoyo en talón y metatarsianos influyen de manera significativa en la funcionalidad del pie, ya que es capaz de soportar todo el peso de nuestro cuerpo sin hundirse. Además, la altura del ALI tiene influencia sobre otras estructuras del cuerpo, como la columna vertebral o la movilidad de toda la extremidad inferior².

El desarrollo del ALI supuso un primer paso en la evolución de la marcha bípeda humana, causando dos efectos principales. En primer lugar, los flexores plantares proporcionaron suficiente ventaja mecánica para levantar el peso del cuerpo durante la postura bípeda y en segundo lugar, proporciona al pie la capacidad de absorber parte del aumento de ondas de choque causadas por su paso a la posición vertical³. Por lo tanto, podemos considerar al ALI como una de las estructuras de apoyo principal capaz de soportar las cargas.

El pie humano exhibe una gama más amplia de variación estructural que otras partes del cuerpo, siendo el ALI, una de las características estructurales más importantes del pie. Se conoce que la mecánica funcional del pie está muy influenciada por la altura del ALI y por ello se puede llegar a relacionar la altura del arco con la aparición de alteraciones graves como fracturas por estrés de la tibia y metatarsianos.

Gran parte de la investigación clínica se ha centrado en el ALI como una

fuentes de variabilidad. Muchos factores diferentes se consideran como influyentes en la formación y la función del ALI. Sobre todo la edad, el calzado, la raza y la edad a la que se comenzó a usar calzado, son factores que pueden influir en su formación.

La importancia de la forma del ALI ha sido uno de los temas más controvertidos en el estudio de la morfología y función del pie, así un pie con un arco bajo o alto es considerado un factor que le hace más propenso a sufrir lesiones durante actividades físicas^{4,5}.

Tradicionalmente los pies se clasifican según la altura del arco en: pie normal, pie con un arco bajo o pie con un arco alto. Un arco con altura excesiva supone que es un mayor riesgo de lesiones a las estructuras óseas en la parte lateral del pie, mientras que un pie con un arco bajo puede presentar un mayor riesgo de lesión de los tejidos blandos en la parte media del pie. Esta, por lo tanto, es una manera relativamente fácil y fiable para clasificar la morfología del arco del pie, por lo que nos encontramos con un número importante de métodos para cuantificar la altura del arco⁶.

En los últimos tiempos el ALI ha sido objeto de considerable interés clínico, nuevas evidencias sugieren una relación causal entre la estructura de arco, el desempeño locomotor y las lesiones. La estabilidad del ALI puede ser determinada por el grado de deformación durante la marcha y depende de las estructuras anatómicas pasivas y activas. La aponeurosis plantar se demuestra que es el más importante soporte para el arco pasivo durante la fase de apoyo, junto con el ligamento de spring y ligamentos plantares cortos y largos, mientras que los músculos inferiores de las piernas y músculos intrínsecos del pie son importantes partidarios activos del ALI, con el músculo tibial posterior jugando un papel dominante.

La evaluación cuantificada de la biomecánica del ALI durante la dinámica, no es posible en la práctica clínica diaria, como consecuencia de la complejidad de las técnicas utilizadas para esta evaluación, y por lo tanto, se han desarrollado una gran variedad de medidas estáticas que han

prevalecido como predictores del comportamiento del ALI y de la postura del pie durante condiciones dinámicas⁷. La bibliografía recoge multitud de técnicas utilizadas para clasificar el pie, en función de la altura del ALI, pruebas visuales, radiografías e incluso fotografías sobre las cuales realizar la medición de la altura del ALI⁴, pero no existe inicialmente un consenso general de cuáles son las mediciones de la altura del ALI que poseen mayor fiabilidad.

3. Formulación de la pregunta del estudio

En la literatura publicada existen diferentes métodos o pruebas tanto físicas (valores antropométricos, índices...) como no físicas (fotografías, vídeos...) para la medición del arco longitudinal interno y por tanto conseguir una clasificación adecuada del pie dependiendo de su morfología en: pie cavo, pie plano, pie normal.

No existe un consenso sobre qué pruebas o medidas clínicas deben de realizarse para establecer una clasificación en función de la altura del ALI por lo que sería de ayuda buscar las medidas con suficientes evidencia científica para usarlas como método estándar.

El objetivo del estudio será buscar qué pruebas o métodos clínicos presentan un grado alto de evidencia científica o validadas para la medición del arco longitudinal interno y la posterior clasificación del pie según su morfología.

4. Metodología

Para realizar la revisión se comienza con una búsqueda bibliográfica para revisar los conocimientos sobre el arco longitudinal interno. La estrategia de búsqueda consistirá en revisar las bases de datos tanto nacionales como internacionales (DIALNET, COCHRANE, MEDLINE, PUBMED...) todas relacionadas con la medicina y sanidad.

4.1. Criterios de inclusión y exclusión

Se realiza una revisión bibliográfica específica con la ayuda de una gran variedad de bases de datos tanto nacionales como internacionales, con el objetivo de responder a la pregunta de estudio.

Tras dicha revisión se ha dividido los artículos obtenidos en válidos y no válidos siguiendo una serie de criterios de inclusión y exclusión, los cuales son:

Criterios de inclusión:

1. Población muestra de los estudios → pacientes adultos.
2. Artículos en los que el idioma sea Español o Inglés.
3. Artículos que aborden la medición del ALI con diferentes pruebas clínicas directas.
4. Artículos publicados desde 1990 hasta 2015.
5. Tipo de artículos: revisiones sistemáticas, ensayos clínicos, casos y controles, cohortes, artículo original, artículos de revisión bibliográfica.

Criterios de exclusión:

1. Población muestra de los estudios → pacientes pediátricos y adolescentes.
2. Artículos en los que el idioma no sea Español o Inglés.
3. Artículos que aborden la medición del ALI con pruebas clínicas que no sean directas.
4. Artículos publicados antes de 1990.

5. Tipo de artículos: todos aquellos que no se han nombrado en los criterios de inclusión.

4.2. Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda se comienza en marzo de 2015 y consistió en buscar los términos descriptores en castellano y en inglés y las palabras clave relacionadas con el tema a tratar.

La primera búsqueda que se realiza es la de palabras claves obteniéndose como resultado: arch, clinical measurement, medial longitudinal arch, clinical gait analysis, de manera que, a continuación se comenzará la búsqueda de los términos descriptores en castellano y en inglés (DECS y MESH).

Como resultados obtenidos nos encontramos:

- ✓ Respecto al buscador de descriptores en ciencias de la salud con: pie, morfología.
- ✓ Respecto a la búsqueda del término mesH con: foot, flatfoot, diagnosis, analysis...

La segunda búsqueda se realizará en los distintas bases de datos disponibles, con diferentes palabras clave, ya que para el tema expuesto en este trabajo, los términos mesH no son lo suficientemente específicos para poder acotar la búsqueda y realizar un trabajo concreto sobre nuestra pregunta de estudio; ante esta situación decidimos realizar una búsqueda utilizando palabras clave específicas y términos booleanos, consiguiéndose como resultados:

- Dialnet → 3 referencias.
- Pubmed → 26 referencias.
- Cinahl → 11 referencias.
- Cochrane → 1 referencia.
- Scopus → 33 referencias.

a) Dialnet → es un portal de información multidisciplinar que difunde revistas españolas. Creado en 2001 por la Universidad de la Rioja, actualmente colabora con numerosas bibliotecas universitarias españolas y algunas latinoamericanas, así como bibliotecas públicas y especializadas españolas. Abarca los campos de Ciencias Sociales y Humanidades, Ciencia y Tecnología, con unas 8500 revistas que forman su núcleo. Sus contenidos están actualizados con artículos a texto completo además de tesis, documentos de trabajo, reseñas bibliográficas, capítulos de libros y libros completos. En esta base de datos se busca con el término “arco longitudinal interno”, sin filtros. Con unos resultados de 3 documentos, los cuales se consideran no válidos por no cumplir los criterios de inclusión.

b) PubMed → es un buscador libre y gratuito que incluye más de 23 millones de citas de la literatura biomédica de Medline, revistas de ciencias y libros on-line. Incluye contenidos a texto completo de PubMed Central y sitios web de editores. La desarrolló el National Center for Biotechnology Information (NCBI) y está vinculada con la Biblioteca Nacional de Medicina de los E.E.U.U. y los Institutos Nacionales de Salud. Comenzó sus servicios como interfaz de búsqueda específica al inicio de la expansión de internet en 1997. Con los términos “medial longitudinal arch and measure” y aplicando los filtros: “humans”, “english”, “adult”, “año de 1990-2015” se obtienen 26 referencias, siendo 8 válidas por cumplir los criterios de inclusión y los restantes no válidos por no cumplirlos.

c) Cinahl → es una base de datos especialmente diseñada para responder a las necesidades de los profesionales de enfermería, fisioterapia y terapia ocupacional, así como otros relacionados. Su equivalente impreso es el Cumulative Index to Nursing & Allied Health Literature. Facilita acceso a prácticamente todas las revistas sobre enfermería, fisioterapia y terapia ocupacional publicadas en inglés, a las

publicaciones de la American Nurses' Association y la National League for Nursing, así como revistas procedentes de otras 17 disciplinas relacionadas con la salud.

En esta base de datos, se busca con el término ``medial longitudinal arch and measure`` y aplicando los filtros: ``humano``, ``adultos``, ``inglés`` obteniéndose como resultados 11 referencias, siendo 4 de ellas válidos.

d) Cochrane → es una publicación electrónica que recopila bases de datos sobre ensayos clínicos controlados en medicina y otras áreas de la salud. En España solo puede consultarse en internet y el acceso es gratuito. Su desarrollo comenzó en 1974 registrando ensayos clínicos sobre la atención al embarazo y el parto, siguiendo con otras especialidades. En esta base de datos se busca con los términos ``medial longitudinal arch and measure`` y sin aplicar filtros, nos encontramos con unos resultados de 1 referencia, no válida por no cumplimentar los criterios de inclusión.

e) Scopus → es la mayor base de datos de resúmenes hasta ahora vista en el mundo, con 20.500 publicaciones (85% de las cuales están indizadas con vocabulario controlado) procedentes de más de 5.000 editoriales internacionales. Con un acceso a más de 28 millones de resúmenes (desde 1966) y 5 años retrospectivos de referencias (llegando a alcanzar 10 años en 2005). Representa aproximadamente un 80% de las publicaciones internacionales revisadas por especialistas, permitiendo asegurar un contenido actualizado gracias a sus actualizaciones semanales. Actúa, por tanto, como un sencillo y único punto de acceso para los usuarios, "tan fácil de utilizar como Google", según expresión de la propia empresa, ofreciendo la puerta más rápida de acceso al texto completo de los artículos de investigación. Posibilita la mejor navegación a través de la literatura científica disponible gracias a su nueva funcionalidad de búsqueda y navegación. En esta base de datos se busca con el término ``medial longitudinal arch and measure`` y aplicando los filtros: ``año de 1990 a 2015``, ``medicine``, ``humans``, ``english``

obteniéndose como resultados 33 referencias, siendo 6 de ellas válidas por cumplir los criterios de inclusión.

5. Resultados

En este estudio se han conseguido 74 artículos de los cuales 17 son válidos para el estudio que se está realizando y 57 no válidos ya que no cumplen los criterios de inclusión impuestos.

TABLA 1: ARTÍCULOS NO ACEPTADOS

Referencia	Aceptación	Justificación
<p>C. Martos Mora, J. Gentil Fernández, J.A. Conejero Casares, R. Ramos Moreno. Metatarso aducto congénito. Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina. 2012; 46 (2): 127-134.</p>	NO	<p>Artículo en el cual no se cumplen los criterios de inclusión impuestos para esta revisión, ya que no aborda el tema expuesto.</p>
<p>García Díaz M.F, Medina Sánchez M. Evolución y características de los pacientes con hombro doloroso en atención primaria. Sociedad Española de Familia y Comunitaria. 2005; 35 (4): 192-198.</p>	NO	<p>Artículo que no cumple los criterios de inclusión impuestos para esta revisión, ya que no aborda el tema expuesto.</p>
<p>Munhequete E.G. Estudio de las estructuras</p>		<p>Artículo que no cumple los requisitos de inclusión necesarios, ya que no</p>

<p>anatómicas relacionadas con la formación de las hernias inguinales. Universidad Autónoma de Barcelona. 2004.</p>	<p>NO</p>	<p>aborda el tema expuesto.</p>
<p>Gilmour JC, Burns Y. The measurement of the medial longitudinal arch in children. Foot & ankle international. 2001; 22(6): 493-498</p>	<p>NO</p>	<p>Artículo que no cumple los criterios de inclusión, ya que se trata de participantes pediátricos.</p>
<p>Lynn SK, Padilla RA, Tsang KK. Differences in static- and dynamic-balance task performance after 4 weeks of intrinsic-foot-muscle training: the short-foot exercise versus the towel-curl exercise. Journal of sport rehabilitation. 2012; 21 (4): 327-333.</p>	<p>NO</p>	<p>En este estudio, se investigan los efectos de dos tipos de entrenamiento de la musculatura intrínseca en la altura del ALI.</p>
<p>Telfer S, Woodburn J, Turner DE. An ultrasound based non-invasive method for the</p>	<p>NO</p>	<p>Estudio en el que se mide el movimiento del pie mediante la</p>

measurement of intrinsic foot kinematics during gait. J Biomech. 2014; 47 (5): 1225-1228.		combinación entre capturas no invasivas, ultrasonidos y técnicas de movimiento.
Filippin N.T, Bacarin T.D.A, Da Costa P.H.L. Comparison of static footprints and pedobarography in obese and non-obese children. Foot and Ankle International. 2008; 29 (11): 1141-1144.	NO	Artículo en el que la población de estudio es pediátrica.
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(3):420-425	NO	Estudio en el que se investiga el efecto de la fatiga de la musculatura intrínseca del pie en estática, evaluando la caída del navicular
Stolwijk N.M, Koenraadt K.L.M, Louwerens J.W.K, Grim D, Duysens J, Keijsers N.L.W. Foot lengthening and shortening during gait: A	NO	Estudio en el que se realizan mediciones clínicas de diferentes sujetos como la longitud del pie y el ángulo del ALI pero con un sistema de

parameter to investigate foot function?. Gait and Posture. 2014; 39 (2): 773-777.		análisis del movimiento.
Fernández-Seguín L.M, Diaz Mancha J.A, Sánchez Rodríguez R, Escamilla Martínez E, Gómez Martín B, Ramos Ortega J. Comparison of plantar pressures and contact area between normal and cavus foot. Gait and Posture. 2014; 39 (2): 789-792.	NO	Estudio en el que se toman presiones mediante una plataforma de presiones pero para compararlas presiones plantares con la superficie de soporte del peso en poblaciones con el pie cavo y neutro.
Pauk J, Ezerskiy V, Raso J.V, Rogalski M. Epidemiologic factors affecting plantar arch development in children with flat feet. Journal of the American Podiatric Medical Association. 2012; 102 (2): 114-121.	NO	Artículo en la que la población de estudio son niños.
Lee S.Y, Hertel J. Arch height and maximum rearfoot eversion during jogging in 2 static neutral positions. Journal of Athletic Training.	NO	Estudio en el cual los datos se obtuvieron usando un sistema de análisis

2012; 47 (1): 83-90.		de movimiento.
Villarroya M.A, Esquivel J.M, Tomás C, Moreno L.A, Buenafé A, Bueno G. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: Footprints and radiographic study. European Journal of Pediatrics. 2009; 168 (5): 559- 567.	NO	Artículo que no cumplimenta los criterios de inclusión establecidos (se trata de una población pediátrica).
Wearing S.C, Hills A.P, Byrne N.M, Hennig E.M, McDonald M. The arch index: A measure of flat or fat feet?.Foot and Ankle International. 2004; 25 (8): 575-581.	NO	Estudio en el que las mediciones se llevan a cabo tras la obtención de huellas electrónicas durante la marcha
Queen RM, Mall NA, Hardaker WM, Nunley JA. Describing the medial longitudinal arch using footprint indices and a clinical grading system. Foot Ankle Int. 2007; 28(4):456-462.	NO	Para la realización de todas las mediciones se utiliza una fotografía del pie dentro de una de caja.

<p>Wearing S.C, Smeathers J.E, Yates B, Sullivan P.M, Urry S.R, Dubois P.Errors in measuring sagittal arch kinematics of the human foot with digital fluoroscopy.Gait Posture. 2005;21(3):326-332.</p>	NO	<p>Este estudio informa sobre una serie de experimentos que cuantifican la magnitud y las fuentes de error involucrado en mediciones de fluoroscopia digitales del arco longitudinal medial.</p>
<p>Hageman E.R, Hall M, Sterner E.G, Mirka G.A. Medial longitudinal arch deformation during walking and stair navigation while carrying loads. Foot Ankle Int. 2011;32(6):623-629</p>	NO	<p>La comprensión biomecánica del arco longitudinal medial puede ayudar a comprender el riesgo de lesiones y la prevención, así como la función de las estructuras de soporte del arco, por lo que, con plataformas de fuerza y un sistema de captura de movimiento de se utilizaron para recolectar los datos cinéticos y cinemáticos de la extremidad inferior</p>
<p>Wearing S.C, .Grigg NL, Lau H.C, Smeathers J.E.Footprint-based estimates of arch structure are confounded by body composition in adults. J Orthop Res. 2012; 30(8):1351-1354.</p>	NO	<p>En este estudio las medidas se realizan a través de radiografías</p>
<p>Jenkyn T.R, Nicol A.C. A multi-segment kinematic model of the foot with a novel definition of forefoot motion for use in clinical gait analysis during walking. J Biomech. 2007;</p>	NO	<p>Engloba un modelo cinemático multi-segmento del pie desarrollado para el uso en un laboratorio de análisis de la marcha.</p>

40(14):3271-3278.		
Jenkyn T.R, Anas K, Nichol A. Foot segment kinematics during normal walking using a multisegment model of the foot and ankle complex. J Biomech Eng. 2009; 131(3).	NO	Engloba un modelo cinemático de múltiples segmentos del pie fue desarrollado para su uso en un laboratorio de análisis de la marcha
Fox R.J, McColl R.W, Lee J.C, Frohman T, Sakaie K, Frohman E. A preliminary validation study of diffusion tensor imaging as a measure of functional brain injury. Arch Neurol. 2008; 65(9):1179-1184.	NO	El objetivo es validar las imágenes de tensor de difusión como una medida fisiológicamente relevante de la integridad del tejido cerebral.
Hashmi F, Malone-Lee J. Measurement of skin elasticity on the foot. Skin Res Technol. 2007; 13(3):252-258.	NO	Comprobar el uso del Cutometer 580 MPA que es un dispositivo para medir las propiedades viscoelásticas de la piel en respuesta a la aplicación de presión negativa
Ridha B.H, Barnes J, van de Pol L.A, Schott J.M, Boyes R.G, Siddique M.M, et al. Application of automated medial temporal lobe atrophy scale to Alzheimer disease. Arch	NO	Compara una medida automatizada basada en la intensidad de la atrofia temporal medial en la enfermedad de Alzheimer con volumétrica existente y métodos basados visualmente

Neurol. 2007 Jun; 64(6):849-854.		
Lombardi C.M, Silhanek A.D, Connolly F.G, Dennis L.N.The effect of first metatarsophalangeal joint arthrodesis on the first ray and the medial longitudinal arch: a radiographic study.J Foot Ankle Surg. 2002;41(2):96-103	NO	El propósito de este estudio fue examinar el efecto de la artrodesis de la primera metatarsofalángica en la orientación del plano sagital del primer radio y el arco longitudinal medial.
Hunt A.E, Smith R.M, Torode M. Extrinsic muscle activity, foot motion and ankle joint moments during the stance phase of walking. Foot Ankle Int. 2001; 22(1):31-41.	NO	Este estudio examinó la cinemática del pie en estática, cinética y la actividad electromiográfica de los músculos extrínsecos de 18 hombres sanos (EMG).
Wearing SC1, Urry S, Perlman P, Smeathers J, Dubois P. Sagittal plane motion of the human arch during gait: a videofluoroscopic analysis. Foot Ankle Int. 1998; 19(11):738-742.	NO	En este estudio, se utilizó la videofluoroscopia digitalizada para determinar el movimiento del arco longitudinal medial en el plano sagital durante la marcha
Zuhosky J.P, Dugan S.A, Young J.L, Bode R.K, Kelly J.P. A retrospective review of the	NO	Se realiza el estudio para estimar la incidencia de lesiones de rodilla

<p>incidence and rehabilitation outcome of concomitant traumatic brain injury and ligamentous knee injury. Arch Phys Med Rehabil. 1998;79(7):805-810.</p>		<p>ligamentosas en pacientes con lesión cerebral traumática para identificar los factores de riesgo asociados, y comparar resultados de la rehabilitación y costos.</p>
<p>Ashry H.R, Lavery L.A, Murdoch D.P, Frolich M, Lavery D.C. Effectiveness of diabetic insoles to reduce foot pressures. J Foot Ankle Surg. 1997; 36(4):268-271.</p>	<p>NO</p>	<p>El sistema F-Scan se utilizó para medir las presiones plantares en 11 diabéticos cada uno con una amputación unilateral de algún dedo del pie junto con una extremidad contralateral no amputada, para evaluar la eficacia de cinco estrategias calzado-plantilla.</p>
<p>Abu-Faraj Z.O, Harris G.F, Chang A.H, Shereff M.J. Evaluation of a rehabilitative pedorthic: plantar pressure alterations with scaphoid pad application. IEEE Trans Rehabil Eng. 1996; 4(4):328-336.</p>	<p>NO</p>	<p>Mide las alteraciones en las presiones plantares en un grupo de adultos secundario a la aplicación de una almohadilla del escafoides.</p>
<p>Nakamura H, Kakurai S. Relationship between the Medial Longitudinal Arch Movement and the Pattern of Rearfoot Motion during the Stance Phase of Walking. Journal of Physical Therapy Science. 2003; 15 (1): 13-18.</p>	<p>NO</p>	<p>Estudio que investiga en primer lugar, el patrón de movimiento del retropié y en segundo lugar, determina la relación entre el movimiento del ALI y el movimiento normal.</p>

Lee C.R, Kim M.K. The Effects on Muscle Activation of Flatfoot during Gait According to the Velocity on an Ascending Slope. J Phys Ther Sci. 2014;26(5):675-677.	NO	Se realiza el estudio de las diferencias entre el pie plano y el pie normal.
Mika S, Paul A. Effect of Heel Height on the Foot in Unilateral Standing. Journal of Physical Therapy Science. 1999; 11(2): 95-100.	NO	Estudio en el que se investiga el efecto de la elevación del talón sobre la estructura del pie.
Gray K, Pacey V, Gibbons P, Little D, Frost C, Burns J. Interventions for congenital talipes equinovarus (clubfoot). Cochrane Database Syst Rev. 2012; 18 (4).	NO	Estudio en el que se evalúa la efectividad en las intervenciones del pie zambo.
Chang R, Kent-Braun J.A, Hamill J. Use of MRI for volume estimation of tibialis posterior and plantar intrinsic foot muscles in healthy and chronic plantar fasciitis limbs. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2012; 27(5):500-505.	NO	Este estudio aborda el tema de la fascitis plantar.
Jung D.Y, Kim M.H, Koh E.K, Kwon O.Y, Cynn H.S, Lee W.H. A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short	NO	Estudio en el que se realizan mediciones clínicas pero relacionadas a su vez con otro tema diferente al de la revisión.

foot exercises. Phys Ther Sport. 2011; 12(1):30-35.		
Pohl M.B, Hamill J, Davis I.S. Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. Clin J Sport Med. 2009; 19(5):372-376.	NO	Estudio en el que se aborda un tema diferente del de la revisión: fascitis plantar
Franettovich M, Chapman A, Blanch P, Vicenzino B. A physiological and psychological basis for anti-pronation taping from a critical review of the literature. Sports Med. 2008; 38(8):617-631.	NO	Estudio en el que se aborda los vendajes antipronación.
Powell M, Seid M, Szer I.S. Efficacy of custom foot orthotics in improving pain and functional status in children with juvenile idiopathic arthritis: a randomized trial. J Rheumatol. 2005; 32(5):943-950.	NO	Estudio en el que se valora la eficacia de las ortesis prefabricadas
Williams D.S, Davis I.M, Scholz J.P, Hamill J,		Estudio en el que se plantea la hipótesis de que los corredores con un arco elevado, presentan una mayor rigidez de la pierna, un aumento de

<p>Buchanan T.S. High-arched runners exhibit increased leg stiffness compared to low-arched runners. <i>Gait Posture</i>. 2004; 19(3):263-269.</p>	<p>NO</p>	<p>apoyo, aumento de las tasas de carga vertical, entre muchas cosas.</p>
<p>Cashmere T, Smith R, Hunt A. Medial longitudinal arch of the foot: stationary versus walking measures. <i>Foot Ankle Int</i>. 1999;20(2):112-118</p>	<p>NO</p>	<p>Estudio en el que todas las medidas realizadas son tomadas mediante grabación.</p>

TABLA 2: ARTÍCULOS ACEPTADOS.

En la búsqueda se han encontrado 17 referencias válidas en total en todas las bases de datos, sin embargo, un gran porcentaje de ellas se repiten en varias bases y por ello el resultado final es de 7 referencias clasificadas como válidas, que se exponen en la tabla.

Referencia	Aceptación	Tipo de artículo	Nº participantes	Justificación	Grado de evidencia	Grado de recomendación
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(3):400-404.	SI	Original	26	Es un estudio transversal de concordancia, en el que se realiza la medición de la altura del navicular (medida estática clínica) en 26 participantes.	2B	B
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(1):14-24	SI	Original	48	Es un estudio transversal de concordancia, en el que se realizan las mediciones en 48 sujetos: longitud del pie, anchura del pie, longitud del arco, altura media del pie, altura del navicular	2B	B

				y ángulo dorsal del navicular.		
Swedler D.I, Knapik J.J, Grier T, Jones B.H. Validity of plantar surface visual assessment as an estimate of foot arch height. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2010; 42 (2): 375-380.	SI	Original	3.968	Estudio transversal de concordancia en el que se evalúan tres medidas clínicas (altura del ALI, longitud del pie e índice del arco) en 3.968 sujetos.	2B	B
McPoil T.G, Cornwall M.W. Use of plantar contact area to predict medial longitudinal arch height during walking. Journal of the American Podiatric Medical Association. 2006; 96 (6): 489-494	SI	Original	30	Estudio transversal de concordancia cuya muestra es de 30 sujetos, a los cuales se le realizan las siguientes mediciones: altura del navicular y longitud del pie.	2B	B

<p>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(8):479-486</p>	SI	Original	95	<p>Estudio transversal de concordancia en el que la muestra está formada por 95 sujetos a los cuales se les mide: índice del arco, FPI y la altura del navicular.</p>	2B	B
<p>Holmes CF, Wilcox D, Fletcher JP. Effect of a modified, low-dye medial longitudinal arch taping procedure on the subtalar joint neutral position before and after light exercise. J Orthop Sports Phys Ther. 2002;32(5):194-201</p>	SI	Original	45	<p>Estudio transversal de concordancia en el que, las pruebas clínicas realizadas en los 45 sujetos son: altura del navicular en posición relajada, con ASA neutra, con vendaje, antes y después de realizar ejercicio.</p>	2B	B

<p>Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. Phys Ther. 2000;80(9):864-871</p>	SI	Original	51	<p>Estudio transversal de concordancia en el que se realizan 7 medidas a los 51 sujetos: altura del navicular, ángulo de la primera metatarsfalángica, altura del dorso del pie en 50% de la longitud del pie, altura del navicular dividido por la longitud del pie, altura del navicular dividido por la longitud truncada del pie, altura del dorso dividido por la longitud del pie y altura del dorso dividido por la longitud truncada del pie.</p>	2B	B
---	----	----------	----	---	----	---

1. Bencke J⁸ □ Se trata de un artículo original, perteneciente a un estudio transversal de concordancia. El principal objetivo fue determinar la validez y confiabilidad de dos mediciones clínicas del ALI durante la marcha publicado previamente. Un objetivo secundario fue determinar la validez y la fiabilidad de una medición clínica estática de uso general del ALI y su relación con la medición clínica en dinámica. Se planteó la hipótesis de que la fiabilidad de las mediciones dinámicas sería muy alta, y que el método clínico estático de medición no sería altamente relacionada éstas.

Este estudio se diseñó como un estudio de fiabilidad intraobservador con un espacio de unos 4-9 días entre prueba y prueba. Como participantes nos encontramos con 26 hombres de entre unos 20-51 años, los cuales, no presenten ningún tipo de patología en los pies o piernas y sin lesiones ortopédicas en las extremidades inferiores en los 6 meses anteriores a la realización del estudio. Se ha decidido excluir a las mujeres para evitar posibles cambios en su laxitud ligamentosa.

Los participantes se encuentran en una posición de tándem con una pierna más adelantada que la otra, ambas colocadas sobre una plataforma de fuerza con la que se consigue el registro de la distribución del peso.

Para realizar las pruebas estáticas, el investigador o explorador, manipula la articulación subastragalina neutralizándola, se marca la tuberosidad del navicular y, por último, se mide la altura de la tuberosidad navicular hasta el suelo con un pie de rey con aproximadamente el 20% del peso del cuerpo sobre el pie. Posteriormente, con aproximadamente el 80% del peso del cuerpo sobre el pie, se realizó la misma medición anterior, calculando la altura de la tuberosidad del navicular. El procedimiento de prueba se repitió tres veces por cada pierna y la diferencia promedio se expresó en mm.

En cuanto a las dinámicas, se eligieron tres puntos anatómicos: la cara medial de la cabeza del primer metatarsiano, la prominencia medial de la

tuberosidad del navicular y otro en el lado medial del calcáneo. Los participantes caminaron a un ritmo natural a lo largo de una trayectoria de 6 m con una estera de mapeo de presión montada en el suelo, y una cámara de vídeo digital estándar colocados a mitad de camino con una frecuencia de 50 Hz.

En cuanto al análisis estadístico, la relación entre las mediciones estáticas y dinámicas se evaluó mediante los coeficientes de correlación de Pearson. Como resultados se obtiene que, en cuanto a la fiabilidad, se muestra una mayor en las pruebas dinámicas que en las estáticas; y que, la prueba dinámica en 3D presenta una menor correlación con la prueba estática que con la realizada en 2D.

2. Xiong S⁹ → Se trata de un artículo original, perteneciente a un estudio transversal de concordancia. El objetivo de este artículo es comparar las diversas medidas relacionadas con el arco del pie, incluyendo el ángulo dorsal del pie y, a continuación, investigar las diferencias en las medidas dimensionales entre diferentes tipos de pie.

La muestra de este estudio es de 48 adultos (24 mujeres y 24 hombres), no presentando ninguno de ellos cualquier anomalía visible en los pies o antecedentes de lesiones importantes en los miembros inferiores.

En cuanto al diseño experimental, seis métodos comunes para medir la altura del arco fueron las variables independientes en este estudio. Con base en estos seis métodos, se identificaron nueve variables dependientes: el índice de altura del arco, altura navicular normalizado, el índice de arco en pedigrafía, índice de arco en huella fotografiada, el índice de la huella, el índice de arco modificado, el ranking subjetivo, el índice valgo maleolar y el ángulo dorsal del pie. Todas estas medidas fueron recogidas con el participante en una condición permanente equilibrada. El procedimiento realizado consistió en: un operador mide seis dimensiones del pie (longitud de pie, anchura del pie, la longitud del

arco, la altura media del pie, la altura y el ángulo navicular dorsal del pie, dos veces, con la mitad del peso corporal en cada pie; usando como material escuadras, una cinta de medición y un aparato especial.

Sus huellas se obtuvieron con pedigrafías y un sistema de medición de la presión F Scan.

Una prueba T de dos muestras no mostró diferencias de género en los nueve parámetros, por lo tanto, los datos de los participantes masculinos y femeninos se agruparon en los análisis posteriores. El tipo de correlación intraclase fue determinada para evaluar la fiabilidad de cada medida realizada en los 48 participantes por el explorador. Las correlaciones entre todos los parámetros investigados fueron significativas a excepción de algunas correlaciones con el índice valgo maleolar y entre el índice de arco modificado y el índice de la altura del arco. En particular, el índice del arco medido en las pedigrafías mostró una correlación moderada-fuerte con los otros parámetros excepto con el índice valgus maleolar; de manera que, se utilizó ese método de medición para clasificar los pies en tres grupos: arco alto, normal y bajo. Se realizó además, un análisis de varianza para determinar las diferencias entre los tres tipos de pie. Los resultados no mostraron diferencias significativas en la edad, estatura, peso, índice de masa corporal, el contenido de grasa corporal estimado, longitud de pie, anchura del pie y la altura de la parte media del pie.

Como era de esperar, el grupo de participantes con un arco bajo tenía una longitud de arco significativamente más largo que los grupos cuyos arcos eran altos y normales. La altura del navicular, el ángulo dorsal del pie, el índice del arco obtenido con F- Scan, el índice de la huella, el índice del arco modificado, el índice de la altura del arco, altura del navicular normalizada y la clasificación subjetiva fueron significativamente diferentes entre los tres grupos. El índice valgo maleolar fue la única variable que no fue significativa entre los tres tipos de pies principalmente debido a la alta varianza entre los participantes.

Estos hallazgos indican que las diferencias de distribución de carga están entre la parte media y trasera del pie. Aquellos pies que presenten un arco elevado, tienen picos de presión significativamente más pequeños en la región media del pie, pero las presiones máximas más grandes en la parte trasera del pie.

3. Swedler D.I.¹⁰ → Se trata de un artículo original, perteneciente a un estudio transversal de concordancia. El objetivo del estudio fue examinar la validez de una evaluación visual de la superficie plantar relacionándola con la altura del ALI medida. Un objetivo secundario es examinar el efecto del género y la masa corporal en estas mediciones; aunque ciertos estudios que usan índices del arco del pie no han encontrado ninguna diferencia entre los sexos, no se han encontrado estudios que comparen la altura del ALI medida en hombres y mujeres. Es importante decir que, la altura del arco podría estar influenciada por el sobrepeso y/u obesidad sugerido por algunos estudios.

Este estudio cuenta con una muestra de 3968 participantes, a los cuales, se les concedió un consentimiento informado en el que se incluían los riesgos de las pruebas y el acuerdo de cada uno de los participantes para que fueran incluidos.

El procedimiento que se ha seguido fue el siguiente: tras la concesión del consentimiento informado, los voluntarios se quitaron los zapatos y los calcetines; colocándose en una plataforma de plexiglás transparente. Este dispositivo contiene espejos, los cuales reflejan la parte inferior de los pies del sujeto, proporcionando una representación visual de la huella, además, consta de luces fluorescentes que iluminan el espejo y por tanto, permite una mejor vista de la huella. Cada uno de los sujetos, se pusieron descalzos en este dispositivo con su peso distribuido uniformemente en ambos pies; siendo dos exploradores los que realizan la evaluación de forma independiente acerca de la superficie plantar (huella) de cada pie,

ya sea el arco bajo, normal o alto, si estas evaluaciones difieren, ambos deben llegar a un consenso para la determinación definitiva de la superficie plantar.

Se determina la altura del ALI y la longitud de cada uno de los pies. La altura del ALI se midió utilizando calibradores digitales como la distancia vertical desde la plataforma hasta el borde inferior del hueso navicular. La longitud total del pie se midió con una regla como la distancia horizontal desde la cara anterior desde el primer dedo a la cara posterior del talón. Además, el índice del arco se calculó como la altura del arco dividido por la longitud total del pie. Estos índices sirven para normalizar la altura del arco de la longitud del pie.

En cuanto el análisis de los datos, decir que, la fiabilidad entre evaluadores para la determinación de la superficie plantar se examinó mediante la estadística K y mediante pruebas T pareadas se realizaron para ver si había alguna diferencia entre las medidas del pie izquierdo y derecho. Para examinar la influencia del IMC en la evaluación de la forma plantar, nos fijamos en las evaluaciones correctas de la altura del ALI en las superficies plantares medidos en diferentes categorías de IMC.

Como resultados se obtuvo que: la fiabilidad entre ambos evaluadores para la estimación del tipo de arco en la plataforma de plexiglás ha sido alta. Una prueba T pareada mostró que para los hombres y las mujeres, la altura media del arco del pie derecho fue mayor que para el pie izquierdo; de manera que, para los hombres significa que la longitud del pie fue mayor en el izquierdo que en el derecho pero en cambio, no hubo diferencia estadística para las mujeres. La media acerca de las longitudes tanto del pie derecho como del izquierdo fueron significativamente diferentes.

ANOVA demostró que las tres determinaciones de forma plantar (bajo, normal, alta) eran significativamente distintas. El efecto principal del género fue significativo para la altura media del ALI pero no para el índice

de arco. Las mujeres tenían una altura del ALI más baja que los hombres, pero cuando se midió la longitud normalizada, estas diferencias se hicieron mucho más pequeñas o desaparecieron. Una ponderación K fue usada para medir el acuerdo entre la medición de la altura del ALI y la determinación de la forma plantar, utilizando la medición de la altura como la medida estándar de oro.

4. McPoil T.G¹¹ → Se trata de un artículo original, perteneciente a un estudio transversal de concordancia. El propósito de este estudio fue determinar si el índice del arco, calculada a partir de huellas recogidas en dinámica se podría usar para predecir la altura del ALI representado por la distancia desde la tuberosidad navicular a la superficie de apoyo.

La muestra de estudio consta de 30 mujeres con edades comprendidas entre 21-38 años seleccionadas siguiendo tres criterios de inclusión: sin antecedentes de deformidad congénita, sin antecedentes de fracturas en extremidades inferiores o pie y sin antecedentes de trauma o dolor en pies, extremidad inferior o región lumbosacra 12 meses antes del comienzo de dicha investigación.

Se pidió a cada sujeto que caminara por una plataforma de 12 metros de ida y vuelta a través de la pasarela de 12 metros, para posteriormente, colocarse sobre papel de estraza sobre el cual, se crearía una plantilla del pie. A continuación, se palpa la prominencia más medial de la tuberosidad navicular y la primera articulación metatarsofalángica y se marcan con un lápiz en ambos pies por el mismo examinador, de manera que, con un 50% del peso corporal sobre el pie, se mide la distancia desde el navicular al suelo en ambos pies utilizando una escala de centímetros de metal y la distancia desde el aspecto más posterior del talón a la primera articulación metatarsofalángica (longitud del pie) usando la misma escala de metal, repitiéndose el procedimiento dos veces más por cada pie. Se utilizaron las tres mediciones estáticas de la altura y la longitud para

evaluar la fiabilidad del examinador. Tras la finalización de las mediciones estáticas, a cada sujeto se le tomó una radiografía lateral del pie derecho.

Se calcularon coeficientes de correlación intraclase (ICC) para determinar la fiabilidad de las tres medidas: de la altura y la longitud que se obtuvieron de forma estática y de las radiografías. Existían diferencias entre las mediciones de la altura del navicular y el índice de arco que se obtiene a partir de las mediciones estáticas y las radiografías. Para probar la capacidad del índice de arco plantar del pie o el área total de contacto de superficie para predecir la altura navicular o el índice de arco, se calcularon coeficientes de correlación de Pearson.

Como se ha dicho anteriormente, se calcularon ICC para las mediciones de altura del navicular y longitud (medidas estáticas) y radiográficas. El resultado de la prueba T utilizado para determinar si existían diferencias entre las medidas estáticas y radiográficas no fue significativa, además, este resultado ha sido utilizado para determinar si existían diferencias entre el índice de arco y mediciones radiográficas, las cuales sí fueron significativas.

5. Menz H.B¹² → Se trata de un artículo original, perteneciente a un estudio transversal de concordancia. Se realizó este estudio para determinar cuál de 3 medidas clínicas (índice de arco, altura del navicular y Foot Posture Index) proporciona la presentación más válida de la estructura del esqueleto del arco.

La muestra del estudio lo forman 95 participantes (31 hombres y 64 mujeres) de edades comprendidas entre los 62-94 años. Esta selección se realizó si se cumplían dos situaciones: movilidad muy limitada o deterioro cognitivo.

Las mediciones fueron realizadas por un único examinador, un podólogo. Se tomaron tres mediciones clínicas de manera estática con los sujetos

de pie en una postura bípeda relajada, dichas medidas fueron: índice de arco, altura del navicular y el FPI.

Para la toma de estas mediciones se realizaron los siguientes pasos:

- Índice del arco = se obtuvo una pedigrafía con el sujeto de pie en una posición relajada. A continuación, se dibuja el eje del pie desde el centro del talón a la punta del segundo dedo del pie y se divide la huella en tercios iguales, de manera que, se calcula como la relación del área del tercio medio de la huella a la totalidad del área de la huella.

- Altura del navicular = con el sujeto de pie en una posición relajada, se palpa la prominencia más medial de la tuberosidad navicular y se marca, para a continuación, medir con una regla la altura de la tuberosidad del navicular desde el suelo. También se obtuvieron dos medidas normalizadas: altura del navicular normalizada, dividiendo la medición de la altura del navicular por la longitud total del pie (desde el borde posterior del talón hasta el límite anterior del dedo más largo), y una altura normalizada del navicular truncada, que se calculó dividiendo la medición de la altura del navicular por la longitud del pie, con exclusión de los dedos de los pies. Este enfoque truncado ha sido recomendado para el uso en personas mayores para evitar la influencia de la deformidad de los pies. Para estos dos valores, cuanto menor es la puntuación, más bajo es el arco.

- FPI = es un sistema para la observación y calificación de la postura de pie estática con el sujeto de pie en una posición bípeda relajada, valorando 8 criterios, los cuales son: palpación de la cabeza talar, línea de Helbing, relación antepié-retropié, congruencias laterales y mediales, prominencia de la región talonavicular, alineación en el plano del calcáneo, la curvatura infra y supra maleolar y abducción y aducción del antepié respecto al retropié.

En este estudio, además de las tres medidas clínicas explicadas anteriormente, se obtuvieron radiografías laterales con el sujeto de pie en una postura bípeda relajada, de manera que, una vez conseguida, es visualizada y se toman estas mediciones: ángulo inclinación del calcáneo, altura del navicular, altura del navicular normalizada truncada y altura del navicular normalizada.

Como resultados se obtiene que: tanto el índice del arco como la altura del navicular muestran un excelente fiabilidad, sin embargo, el FPI presenta una fiabilidad moderada. Todas las medidas clínicas demostraron asociaciones significativas con cada uno de los parámetros radiográficos; siendo la asociación más fuerte de las mediciones clínica estáticas entre el FPI y la altura del navicular.

6. Holmes C.F¹³ → Se trata de un artículo original, perteneciente a un estudio transversal de concordancia. Los objetivos de este estudio fueron: determinar si el vendaje en ALI coloca la articulación subastragalina en la posición neutral y determinar si el vendaje mantiene la posición neutra de la ASA después de 10 minutos de ejercicio.

Este estudio estaba conformado por 45 participantes, siendo 20 de ellos hombres y 25 mujeres, los cuales, firmaron un consentimiento informado antes de la participación. Para su selección existían unos criterios de inclusión que consistían en: no presentar en los últimos meses cualquier patología o lesión en pie o pierna.

Para llevar a cabo las mediciones, el procedimiento seguido fue: cada sujeto realizó pedigrafías en dinámica (de manera que sumergía los pies en pintura y caminaba a un ritmo normal por un papel), por lo que, esta técnica conserva la posición del pie del sujeto. Posteriormente, todos los sujetos se arrodillaron en una mesa de medición con los pies colgando en el borde, se palpa la tuberosidad del navicular y se marca el punto más prominente, realizándolo sólo en un pie; de modo que, se mide la

distancia entre el navicular y la superficie de la mesa con una regla.

Las mediciones realizadas en este estudio son:

- Altura del navicular en una posición relajada → sujetos con los pies colocados encima de las huellas obtenidas con anterioridad y de espaldas al explorador. Se realizó una medición inicial de la altura del navicular en una posición relajada por un explorador y grabado por un monitor.
- Altura del navicular con ASA neutra → sujetos con ASA neutra, se palpa la tuberosidad del navicular y se marca, para a continuación medir la altura desde el suelo hasta el navicular. En este estudio, se incluyeron aquellos sujetos en los cuales, la diferencia entre STJN y la posición relajada era un número positivo, por lo que, presentaba pronación de la ASA.
- Altura del navicular con vendaje → a cada sujeto se le aplica spray adherente antes de la colocación del vendaje, el cual, llevará un ancla inicial alrededor de las cabezas de los metatarsianos, con una figura en forma de ocho en la planta del pie, además una tira fijada en la parte dorsomedial de la cabeza del primer metatarsiano, rodeando la cara posterior del calcáneo medial mientras se aplica tensión para evitar la eversión del calcáneo, tirando de la cinta oblicuamente a través de la superficie plantar de la pie, y uniendo la tira de nuevo al anclaje sobre la parte dorsomedial de la cabeza del primer metatarsiano. De tres a cinco tiras se aplicaron a cada pie, dependiendo del tamaño del pie y el área disponible. A continuación se midió la altura del navicular.
- Altura del navicular antes y después de caminar → en la medida realizada antes del ejercicio, los sujetos se colocaron en una posición bípeda relajada (sin neutralizar ASA) y se midió la altura del navicular con una cinta mientras era registrado por un monitor. En la medida realizada tras el ejercicio, cada sujeto caminó calzado

durante unos 10 minutos a un ritmo normal sobre una pista de cuarto de milla, para posteriormente medir la altura del navicular mediante una regla.

Durante el procedimiento, se excluyeron 2 hombres y 3 mujeres, de manera que, el estudio consistió en 18 hombres y 22 mujeres, entre 20 y 48 años de edad, con una edad media de 27 años. En cuanto al análisis de los datos, reveló que la fiabilidad era excelente para la capacidad tanto del medidor para colocar la articulación subastragalina en la posición neutra como para medir la posición de la tuberosidad navicular y / o articulación subastragalina en posición normal (posición relajada).

Se obtuvieron por tanto, los siguientes resultados: tras el análisis de Bonferroni se demostró que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la posición relajada y todas las demás medidas; existía también una diferencia significativa, ya que, no se encontró relación entre la altura del navicular en con ASA neutra y la altura del escafoides antes del ejercicio. Además, no hubo diferencia significativa entre la medida de la altura del navicular con ASA neutra y la altura de navicular después de 10 minutos de ejercicio, pero, sí se encontraron diferencias significativas entre la medida realizada antes de caminar y después. Por último, ANOVA se realizó para determinar si existían diferencias significativas entre las 4 mediciones, la cual, demostró una diferencia estadísticamente significativa.

7. Williams D.S¹⁴ → Se trata de un artículo original, perteneciente a un estudio transversal de concordancia. El objetivo del estudio fue comparar la fiabilidad y validez de varias mediciones del ALI tanto con un 10% y 90% del peso sobre el pie. Al obtener la fiabilidad y validez de estas medidas, los resultados darán una justificación de la elección de una medida para cuantificar el arco en elevado o bajo.

Estudio con una muestra de 51 sujetos (28 mujeres y 23 hombres)

seleccionados por no presentar anomalías o lesiones en las extremidades inferiores.

Las mediciones fueron tomadas en dos posturas: con un 10% y 90% de la carga de peso sobre el pie. Se elige la medida con el 10% de la carga de peso, porque se observó que toda la superficie plantar del pie está en contacto con la superficie de soporte mientras que el pie está en una mínimamente, pero controlada, posición ponderada, mientras que, con el 90% se permite que el pie pueda cambiar bajo carga. Las mediciones tomadas a 10% y 90% de soporte de peso pueden ser importantes en el establecimiento de una descripción de la movilidad arco.

Por tanto, los sujetos fueron pesados en una balanza estándar, y se calcularon 10% y 90% del peso total de cada sujeto. Las mediciones tomadas en este estudio fueron: altura del navicular, altura del dorso del pie en el 50% de la longitud del pie, ángulo de la primera metatarsofalángica, altura del navicular dividido por la longitud del pie, altura del navicular dividido por la longitud del pie truncado, altura del dorso dividido por la longitud del pie y la altura del dorso dividido por la longitud truncada pie.

- La medición de la longitud del pie puede ser sesgada por las deformidades del pie, como hallux valgus y dedos en garra, que se encuentran a menudo en las personas con arcos bajos.
- El ángulo de la primera metatarsofalángica se midió entre el suelo y el eje del primer metatarsiano utilizando un goniómetro con una resolución de 2 grados.
- La altura del navicular se mide desde el suelo hasta la parte más anterior-inferior del escafoides.
- Altura del dorso se mide desde el suelo hasta la parte superior del pie en el 50% de la longitud del pie.
- Longitud de pie se midió desde la parte más posterior del calcáneo hasta

el final del dedo más largo.

- Longitud truncado pie se midió desde la parte más posterior del calcáneo hasta el centro de la primera articulación metatarsofalángica

Para establecer la validez concurrente, radiografías laterales fueron tomadas del pie derecho de cada sujeto en 10% y 90% de carga de peso, de manera que, los sujetos se ponían de pie con el pie derecho en la escala y el borde lateral del pie contra el casete de película radiográfica.

De las medidas normalizadas utilizadas, la que presentaba una mayor CCI para caracterizar el tipo de arco era la altura navicular dividida por la longitud del pie en el 10% de la carga de peso, sin embargo, con 90% de la carga de peso fue inferior.

Para la altura del dorso dividido por la longitud del pie y la altura del dorso dividida por la longitud del tronco de pie tenía altos valores de ICC y niveles constantes de fiabilidad a través de las dos condiciones que soportan peso. Las mediciones normalizadas con la más alta ICC por presentar validez fueron la altura navicular dividida por la longitud del pie truncada y la altura navicular dividido por la longitud del pie en el 10% y 90% de la carga de peso.

Por último, la altura del dorso dividida por la longitud del pie truncada mostró alta validez a través de ambas condiciones que soportan peso.

6. Síntesis de resultados, discusión y conclusiones.

Como se ha descrito anteriormente, en este trabajo se realiza una revisión sistemática abordando las diferentes pruebas clínicas con evidencia científica que nos podemos encontrar en la bibliografía para la medición del ALI y la posterior clasificación del pie.

Esta revisión tiene como objetivo responder a la pregunta de estudio correspondiente: qué pruebas o métodos clínicos presentan un grado alto de evidencia científica o estar validadas para la medición del arco longitudinal interno y la posterior clasificación del pie según su morfología. Las conclusiones a las que podemos llegar, es que existen diferentes métodos clínicos planteados en los estudios valorados, de manera que, nos encontramos con una serie de pruebas clínicas directas.

Una de las primeras pruebas encontradas en la bibliografía es la *altura del navicular*, tratándose de un test clínico con el cual, se mide la altura del navicular respecto al suelo.

Existen diferentes estudios que la abordan, Bencke J, por ejemplo, en su estudio con un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B compara la fiabilidad de pruebas estáticas con dinámicas, obteniéndose una mayor fiabilidad en las pruebas dinámicas. Además, se llega a la conclusión de que, una prueba estática midiendo la caída del navicular presenta validez como predictor del ALI durante la marcha.

Xiong S, por otra parte, realiza un estudio con un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B, en el que, se concluye que existe una limitación en la medida (normalizada) por realizarla con el paciente en una postura bípeda y estática, por lo que sería conveniente realizarla en dinámica aunque los parámetros pueden ser difíciles de determinar.

McPoil T.G, por su parte, en su estudio con un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B, no encuentra diferencias significativas entre las medidas estáticas y radiográficas. Y que, el uso de mediciones que evalúan directamente la altura del ALI, en este caso la altura del arco, es más apropiado que intentar analizar huellas.

En otro estudio, realizado por Menz H.B, se demuestra una asociación

significativa con cada uno de los parámetros radiográficos; incluso, se llega a la conclusión de que, la altura navicular es la prueba clínica más adecuada y de una alta fiabilidad, ya que, proporciona una representación válida tanto de la posición de la tuberosidad del navicular como de sus relaciones angulares con el calcáneo y primer metatarsiano en el plano sagital.

En el estudio de Holmes C.F., de un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B, esta medida se calcula con 4 diferentes métodos: en posición relajada, con ASA neutra, con vendaje; antes y después de realizar ejercicio. Como resultado obtiene que, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la posición relajada y todas las demás medidas; además, no se encontró relación entre la altura del navicular con ASA neutra y la altura del escafoides antes del ejercicio, incluso, no hubo diferencia significativa entre la medida de la altura del navicular con ASA neutra y la altura de navicular después de 10 minutos de ejercicio, pero, sí se encontraron diferencias significativas entre la medida realizada antes de caminar y después. Por último, se demostró que, existían diferencias significativas entre las 4 mediciones.

Así mismo, Williams D.S., en su estudio de nivel de evidencia 2B y grado de recomendación B, realizó esta medida de 3 maneras diferentes: altura del navicular, altura del navicular dividido por la longitud del pie y altura del navicular dividido por la longitud del pie truncada. Encontró que una de las medidas más fiable y válida para evaluar clínicamente la altura del ALI era la relación de la altura del arco.

Una segunda prueba utilizada para la medición del ALI es la *longitud del pie*, distancia máxima desde la punta del dedo más largo del pie hasta la parte posterior del talón, medida paralelamente al eje longitudinal del pie.

McPoil T.G., en su estudio (con un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B) compara la fiabilidad entre medidas estáticas (como la longitud) y las realizadas en radiografías, para ello se calcularon ICC no demostrando diferencias significativas.

Otros autores como Swedler D.I., en su estudio (con un nivel de evidencia

2B y un grado de recomendación B) no encontró diferencia estadística significativa entre hombres y mujeres y además, la media acerca de las longitudes tanto del pie derecho como del izquierdo fueron significativamente diferentes. Y Xiong S., en su estudio también con un nivel de evidencia 2B y grado de recomendación B no encontró diferencias significativas entre esta medida y otras estáticas realizadas (anchura del pie, altura de la parte media del pie, estatura...).

La tercera prueba que se expone, es la *altura del pie*, la longitud más alta del dorso del pie tomada al 50% de la longitud real del pie (desde la parte más posterior del calcáneo hasta la parte final del dedo más largo).

Xiong S., la aborda en su estudio (con un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B) obteniéndose como resultado sin diferencias significativas entre esta medida y otras clínicas estáticas realizadas (como longitud del arco, longitud del pie...).

En el estudio realizado por Williams D.S (con un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B) se mide altura del pie en 50% de la longitud del pie, altura del pie dividido por la longitud y altura del pie dividido por la longitud truncada del pie. Se pretende determinar la fiabilidad y validez de diferentes mediciones, las cuales, se compararon con las mediciones obtenidas a partir de radiografías, obteniéndose como la medición más fiable y válida: la altura del pie dividido por la longitud truncada.

Otra medida incluida en la bibliografía estudiada es la *altura del ALI*, distancia entre el arco y el suelo o zona de apoyo.

Swedler D.I., realizó un estudio, el cual, presentaba un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B, en el que se midió el acuerdo entre la medición de la altura del ALI y la determinación de la forma plantar, utilizando la medición de la altura como la prueba gold standar.

Una de las últimas medidas mencionadas, es el *índice del arco*, proporción entre las áreas de contacto de las diferentes partes de la huella plantar excluyendo los dedos. Esta medición, ha sido corroborada como un método válido para realizar medidas cuantitativas sobre la huella

plantar y como expone Cavannagh, puede suponer un valor válido para comparar con otras medidas de la huella y clasificar el pie; En la misma línea, Menz H.B realizó un estudio (con un nivel de evidencia 2B y grado de recomendación B) abordando esta medida, en el que se llegó a la conclusión de que el índice del arco era una medida con una fiabilidad excelente.

El Foot Posture Index, es una herramienta clínica diagnóstica, cuya finalidad es cuantificar el grado de posición neutra, pronada o supinada del pie durante la carga estática. Esa clasificación se realiza mediante 6 criterios: palpación de la cabeza del astrágalo, curvatura supra e inframaleolar lateral, posición del calcáneo en el plano frontal, prominencia de la región talo navicular, congruencia del arco longitudinal interno, y por último, abducción/aducción del antepié respecto al retropié. Valorándose con un -2 los signos de pronación, +2 los signos de supinación y 0 posición neutra.

Menz H.B. realizó un estudio con un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B, en el que, se obtuvo que esta medida presenta una fiabilidad moderada; existiendo además una correlación significativa entre esta medida y los parámetros de medición radiográficos.

Por último, se habla del *ángulo del primer radio* como método para la medición del ALI, tratándose de la distancia entre el suelo y el eje del primer metatarsiano. Fue abordado por Williams D.S. en su estudio, presentando un nivel de evidencia 2B y un grado de recomendación B. En él, se encontraron valores altos de fiabilidad intraobservador más que para interobservador. Los valores para el ángulo del primer radio fueron consistentemente bajos, probablemente debido a la dificultad en la toma de esta medición.

Las conclusiones a las que podemos llegar tras esta revisión sistemática presentan una gran variabilidad.

A la hora de conseguir contestar a nuestra pregunta de estudio: ``qué pruebas o métodos clínicos presentan un grado alto de evidencia

científica o validadas para la medición del arco longitudinal interno y la posterior clasificación del pie según su morfología'', se llega a la conclusión y tras analizar todas las pruebas obtenidas, de que, tanto el índice del arco, altura del ALI, altura del navicular, ángulo del primer radio y longitud del pie presentan la misma evidencia, 2B, y por tanto, no podríamos con este criterio evaluar o discernir cual es el método con mayor evidencia.

Si seguimos los resultados obtenidos en cada uno de los estudios y de cada una de las pruebas, sí que se puede concretar que, el índice del arco, es una prueba que presenta una fiabilidad excelente junto con una validez importante, llegando incluso a considerarse por algunos estudios como una prueba gold estándar, con la cual comparar otras mediciones.

Además, entre todas las pruebas analizadas, es importante decir que, no existen diferencias significativas entre ellas respecto a la comparación entre estas medidas estáticas y pruebas dinámicas o radiográficas.

Tras esta prueba, existen otras a considerar importantes para la medición del ALI como pueden ser la altura del ALI (la cual al igual que el índice, presenta fiabilidad excelente pero no es considerada una prueba gold estándar) y del navicular, presentando ambas una buena fiabilidad; por otra parte, también nos encontramos con otras pruebas que se pueden usar aunque con una fiabilidad menor como es ángulo del primer radio y longitud del pie.

Existe una complejidad a la hora de llegar a unas conclusiones concretas respecto al trabajo, pero es necesario e importante decir que, tras la realización de la revisión y del trabajo, hemos hallado nuestra pregunta de estudio amplia, dado que nos encontramos con un gran número de pruebas, métodos y bibliografía; además, somos conscientes de que un trabajo con una pregunta de estudio más acotada a una sola prueba, nos hubiese facilitado la concreción en el resultado.

7. Agradecimientos.

A mi tutora, Carolina Rosende Bautista, por aportar toda la ayuda posible en los buenos y en los malos momentos, por implicarse completamente conmigo y con este trabajo, por guiarme, no dejarme caer, animarme durante toda la realización del trabajo y estar siempre pendiente ante cualquier duda o pregunta. Sobre todo, agradecerle el que haya aceptado ser mi tutora.

Agradecer además, a dos pilares fundamentales durante la realización de este trabajo. Laura García Núñez, gracias por toda la ayuda, por soportarme y por darme ánimos cuando las cosas iban mal. Sonia Rivera García, gracias por estar conmigo estos cuatro años, por no dejar que me hunda nunca, por animarme y ayudarme incondicionalmente con este trabajo.

8. Bibliografía.

1. R.F. Ker, M.B. Bennett, S.R. Bibby, R.C. Kester, R Alexander. The spring in the arch of the human foot. *Nature*. 1987; 325: 147-149.
2. Lara Dieguez S, Lara Sánchez A.J, Zagalaz Sánchez M.L, Martínez López E.J. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *RETOS: Nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*. 2011; 19: 49-53.
3. Razeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait Posture*. 2002; 15(3):282-291.
4. Butler RJ, Hillstrom H, Song J, Richards CJ, Davis IS. Arch height index measurement system: establishment of reliability and normative values. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2008; 98(2):102-106.
5. Tzyy Yuang S, Shin Hwa L, Shwn Jeen L, Woei Chyn C. Evaluating different footprint parameters as a predictor of arch height. *IEEE Engineering in Medicine and Biology*. 1998: 62-66.
6. 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(3):400-404.
7. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(1):45-49.
8. 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(3):400-404.
9. 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(1):14-24.
10. Wedler D.I, Knapik J.J, Grier T, Jones B.H. Validity of plantar surface visual assessment as an estimate of foot arch height. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010; 42 (2): 375-380.
11. McPoil T.G, Cornwall M.W. Use of plantar contact area to predict medial longitudinal arch height during walking. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2006; 96 (6): 489-494.

12. 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(8):479-486.
13. Holmes CF, Wilcox D, Fletcher JP. Effect of a modified, low-dye medial longitudinal arch taping procedure on the subtalar joint neutral position before and after light exercise. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002;32(5):194-201.
14. Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. *Phys Ther.* 2000; 80(9):864-871.

9. Apéndices

Anexo I: Nivel de evidencia y grados de recomendación. (OXFORD).

TABLA 3: NIVELES DE EVIDENCIA Y GRADO DE RECOMENDACIÓN

Grado de recomendación	Grado de evidencia	Fuente
A	1A	Revisión sistemática de estudios diagnósticos de nivel 1 (alta calidad) con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección y GPC validadas.
A	1B	Estudios de cohortes que validen la calidad de una prueba específica, con unos buenos estándares de referencia (independientes de la prueba) o a partir de algoritmos de estimación de pronóstico o de categorización del diagnóstico.
A	1C	Pruebas diagnósticas con especificidad tan alta que un resultado positivo confirma el diagnóstico y con sensibilidad tan alta que un resultado negativo descarta el diagnóstico.
B	2A	Revisión sistemática de estudios diagnósticos de nivel 2 (mediana calidad) con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección.
B	2B	Estudios exploratorios que, a través de p.e. una regresión logística, determinan qué factores son significativos, y que sean validados con unos buenos estándares de

		referencia (independientes de la prueba), o a partir de algoritmos de estimación del pronóstico o de categorización del diagnóstico, o de validación de muestras separadas.
B	3B	Comparación cegada u objetiva de un espectro una cohorte de pacientes que podría normalmente ser examinado para un determinado trastorno, pero el estándar de referencia no se aplica a todos los pacientes del estudio.
C	4	<ul style="list-style-type: none"> - Los estándares de referencia no son objetivables, cegados o independientes. - Las pruebas positivas y negativas son verificadas usando estándares de referencia diferentes. - El estudio compara pacientes con un trastorno determinado conocido con pacientes diagnosticados de otra condición.
D	5	Opinión de expertos sin valoración crítica explícita, ni basada en fisiología, ni en investigación juiciosa ni en los principios fundamentales.

Anexo II: Abreviaturas.

- ✚ ALI: arco longitudinal interno.
- ✚ 2D: dos dimensiones.
- ✚ 3D: tres dimensiones.
- ✚ FPI: foot posture index.
- ✚ IMC: índice de masa corporal.
- ✚ ASA: articulación subastragalina.
- ✚ EMG: electromiografía.

✚ ICC: coeficientes de correlación intraclase.

