

REVISTA ACADÉMICA
seys

*Salud, Educación
y Sociedad*



UGR Universidad
del Gran Rosario

semestral / año 1 / número 2 / septiembre 2022

2

ISSN: 2796-986X



Florencia Echevarria - "Naturaleza diseñada"
Estilógrafo sobre papel

Eficacia de los ejercicios de fortalecimiento de la musculatura intrínseca plantar en población con pie plano. Una revisión sistemática

Efficacy of Exercises to Strengthen the Plantar Intrinsic Muscles in a Population with Flat Feet. A Systematic Review.

Autores/as

Cristina Molina García - cmolina799@ucam.edu -

Graduada en Fisioterapia y Podología. Máster en Podología Clínica y Deportiva. Docente en Universidad Católica San Antonio de Murcia, España. Health Sciences PhD Program, Universidad Católica de Murcia (UCAM), Murcia, Spain.

Sabrina Rossi - srossi@ugr.edu.ar -

Licenciada en Podología. Directora Licenciatura en Podología. Universidad del Gran Rosario, Argentina.

Andrés López del Amo Lorente - alopez@ucam.edu -

Graduado en Podología y Fisioterapia. Máster en Investigación en Atención Primaria, Alicante, España. Subdirector del Grado en Podología en Universidad Católica San Antonio de Murcia, España.

Aitor Pérez Morcillo - aperez7@ucam.edu -

Graduado en Podología. Máster en Podología Deportiva, Barcelona, España. Secretario académico en Universidad Católica San Antonio de Murcia, España.

Laura Ramos Petersen - lrpetersen@ucam.edu -

Graduada en Podología. Máster en Nuevas Técnicas en Ciencias de la Salud en la Universidad de Málaga, España. Docente en Universidad Católica San Antonio de Murcia, España.

Priscila Leal Cano - lprisci_leal_cano@hotmail.com -

Graduada en Enfermería y Podología. Máster en Podología Pediátrica. Práctica Clínica pública y privada, Murcia, España.

RECIBIDO 21/07/2022

ACEPTADO 17/08/2022

Resumen

Introducción: el pie plano es una alteración de la anatomía estructural normal del pie. La prevalencia gira en torno al 25% de la población. Puede presentarse desde el nacimiento (pie plano congénito) o desarrollarse en la edad adulta (pie plano adulto adquirido). La incidencia disminuye con el aumento de edad. Aproximadamente, un 15% de la población adulta con pie plano adquirido no presenta síntomas, pero existe un 7 - 15% que desarrolla síntomas y necesita tratamiento.

Objetivos: como objetivo principal se plantea identificar qué efectos produce el fortalecimiento de la musculatura intrínseca plantar en adultos con pie plano o pronado.

Metodología: se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la evidencia científica de los últimos 6 años. La estrategia de búsqueda se ha realizado en las bases de datos Pubmed, Web of Science, Cochrane Library, Ebsco y PEDro. La búsqueda fue efectuada durante los meses de junio y julio de 2022. La selección de los artículos se ha llevado a cabo según la normativa de la declaración PRISMA. Se incluyó aquellos artículos que cumplían nuestros criterios de elegibilidad.

Resultados: se seleccionó un total de 6 artículos. El tratamiento más empleado fue el ejercicio de pie corto solo o combinado con estimulación eléctrica neuromuscular. Las variables más analiza-

das fueron el *foot posture index* y el *navicular drop*. En todos los artículos hubo una mejora significativa de las mediciones estudiadas.

Conclusión: el fortalecimiento de la musculatura intrínseca plantar mejora principalmente la cinética y cinemática de la marcha. Se actúa sobre la alineación del pie y, además, se disminuye la pronación, el dolor y la discapacidad en sujetos diagnosticados de pie plano.

Palabras clave

- Pronación
- Pie plano
- Terapia por ejercicio

Summary

Introduction: Flat feet is a change in the normal structural anatomy of the foot. The prevalence is around 25% of the population. It can be present from birth (congenital flatfoot) or develop in adulthood (adult acquired flatfoot). The incidence decreases with increasing age. Approximately 15% of the adult population with acquired flat feet have no symptoms, but there is a 7-15% who develop symptoms and need treatment.

Objectives: The main objective is to identify what effects are produced by the strengthening of the plantar intrinsic muscles in adults with flat or pronated feet.

Methodology: A systematic review of the scientific evidence of the last 6 years has been carried out. The search strategy has been carried out in the

Pubmed, Web of Science, Cochrane Library, Ebsco and PEDro databases. The search was carried out in the months of June and July 2022. The selection during the articles has been carried out following the regulations of the PRISMA declaration, including those articles that met our eligibility criteria.

Results: A total of 6 articles were selected. The most used treatment was short foot exercise alone or combined with neuromuscular electrical stimulation. The most analyzed variables were the foot posture index and the scaphoid drop. In all the articles there was a significant improvement of the studied measurements.

Conclusion: The strengthening of the plantar intrinsic muscles mainly improves the kinetics and kinematics of walking. Acting on the alignment of the foot and, in addition, reducing pronation, pain and disability in subjects diagnosed with flat feet.

Keywords

- Pronation
- Flat Feet
- Exercise Therapy

Introducción

El pie plano (PP) es una modificación de la anatomía estructural normal del pie que puede darse de manera unilateral bilateral (Kodithuwakku Arachchige, Chander y Knight, 2019). Se trata de una preocupación común por parte de los/as pacientes y de los/as propios/as sanitarios/as (Flores *et al.*, 2019).

Varios artículos de la literatura coinciden al señalar las distintas variables cinéticas y cinemáticas que se dan en los pies planos, como la eversión del retropié, eversión del antepié, mayor abducción del antepié, mayor rotación interna tibial y eversión de la articulación subastragalina (Kodithuwakku Arachchige, Chander y Knight, 2019; Flores *et al.*, 2019; Arbab *et al.*, 2020). Estas alteraciones, junto a un arco medial disminuido de manera parcial o total, conducen a una disfunción de la marcha por la incapacidad del pie de adaptarse al terreno durante las distintas fases de la marcha (Flores *et al.*, 2019; Toullec, 2015).

El PP se asocia con un mayor número de lesiones en las extremidades inferiores de la población (Kodithuwakku Arachchige, Chander y Knight, 2019). Según estudios anteriores, la prevalencia de PP gira en torno al 25% de la población (Kodithuwakku Arachchige, Chander y Knight, 2019), aunque existen otros estudios que muestran alrededor del 15 - 19% o incluso hasta un 26,5% (Flores *et al.*, 2019; Pita-Fernández *et al.*, 2017).

Se considera al PP como una de las patologías más frecuentes en el pie (Maynou *et al.*, 2019). La aparición de PP puede ser multifactorial. Puede presentarse desde el nacimiento (PP congénito) o desarrollarse en la edad adulta (PP adulto adquirido) (Kodithuwakku Arachchige, Chander y Knight, 2019).

La alteración a nivel de la musculatura intrínseca y extrínseca es un factor

causal (Kodithuwakku Arachchige, Chander y Knight, 2019) pero un gran número de artículos de la literatura hacen referencia a la degeneración del tendón tibial posterior (TTP) como principal causa de PP adquirido (Arbab *et al.*, 2020; Smyth *et al.*, 2017; Richie, 2020).

Un pie mal alineado inicialmente es flexible, pero se vuelve rígido a medida que el trastorno evoluciona. La disfunción del tendón tibial posterior (DTTP) supone un daño del ligamento de resorte y ligamentos talocalcáneos, y se asocia a lesión del ligamento deltoideo, de la fascia plantar y partes blandas. El fallo de varios estabilizadores es considerado consecuencia de la deformidad de PP adquirido (Flores *et al.*, 2019).

La deformidad leve del PP se trata de manera conservadora. El tratamiento quirúrgico resulta necesario en un estadio avanzado de la enfermedad (Flores *et al.*, 2019).

El término *foot core* se asemeja al entrenamiento del *core* del tronco. Se trabajan los estabilizadores locales, globales y el sistema neural para lograr una estabilidad y movilidad necesarias para las actividades diarias (Fourchet y Gojanovic, 2016).

El ejercicio terapéutico de los músculos intrínsecos del pie se origina durante los ejercicios que producen flexión de los dedos, como son los rizados de toalla y la recogida de canicas (McKeon *et al.*, 2015). Actualmente, se ha descrito el “ejercicio de pie corto” como principal ejercicio en el entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie. En este ejercicio, el pie se acorta con el uso de la musculatura intrínseca al tirar de la primera articulación metatarsofalángica hacia el calcáneo y elevar como resultado el ALI. Este ejercicio también se denomina “abombamiento del pie” (McKeon, 2015; Robinson *et al.*, 2020). Caminar y correr con pies descalzos o calzado mínimo es una herramienta eficaz para el fortalecimiento de la musculatura intrínseca del pie (McKeon *et al.*, 2015).

Otro tipo de ejercicio para trabajar la musculatura intrínseca del pie es el llamado “yoga de los dedos”. En este ejercicio, se le pide al/la paciente que extienda el dedo gordo del pie mientras mantiene el resto de dedos pegados al suelo y, viceversa, levanta los dedos pequeños y mantiene el gordo pegado al suelo. La abducción/aducción de los dedos es otro ejercicio que consiste en separar los dedos y volver a juntarlos (Robinson *et al.*, 2020). Otra alternativa para el fortalecimiento de la musculatura intrínseca es la estimulación eléctrica neuromuscular (EENM) de la musculatura intrínseca. Esta técnica activa de manera involuntaria los músculos intrínsecos y permite que el/la paciente comprenda la biomecánica del pie, de modo tal que permite mejorar la postura del pie (Hodges, 2003). A modo de justificación: estudios sobre la carrera y la marcha han demostrado que los individuos con pie plano son más susceptibles de sufrir lesiones. Hay una gran prevalencia de pies planos en el/la adulto/a. Muchos de estos pies planos pueden llegar a alterar las actividades de la vida diaria, así como provocar lesiones o interferir en el rendimiento deportivo, principalmente cuando estos pies planos cursan con dolor. Una de las características anatómicas principales del pie plano es el descenso del arco longitudinal interno. Este arco es sustentado por la musculatura intrínseca plantar considerada estabilizadora del pie. Entre las ventajas de incluir un programa de ejercicios como tratamiento conservador, predominan la falta de complicaciones secundarias a procedimientos quirúrgicos y los beneficios económicos tanto a nivel social como individual, ya que se trata de un protocolo terapéutico que el/la paciente puede realizar en su domicilio.

Objetivos

El objetivo principal fue identificar qué efectos produce el fortalecimiento de la musculatura intrínseca plantar en el pie plano o pronado adulto. Como objetivos específicos se planteó determinar la pauta de ejercicios más efectiva para la mejoría del pie plano o pronación y comparar los efectos del *foot core* respecto de otros tratamientos conservadores.

Metodología

Se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la bibliografía publicada en los seis últimos años de acuerdo con las recomendaciones *preferred reported items of systematic reviews and metaanalysis* (PRISMA) (Urrútia y Bonfill, 2010) con el objetivo de minimizar el riesgo de sesgo de publicación y de selección, y para asegurar el correcto procedimiento metodológico. Se consultaron las siguientes bases de datos: Pubmed, Web of Science (WoS), Cochrane Library, Ebsco y PEDro, así como el buscador científico Google Scholar. Además, fueron consultadas las referencias bibliográficas de los artículos rescatados de dichas bases de datos, como búsqueda en abanico. El análisis de los resultados será de tipo descriptivo. La selección y análisis fue realizada por pares revisores/as.

Para formular nuestra pregunta de investigación se aplicó la estructura PICOS, que consiste en: *Patient* (paciente con pie plano adquirido), *Intervention* (entrenamiento de la musculatura intrínseca plantar), *Comparison* (otros tratamientos conservadores), *Outcome* (control del arco longitudinal interno) y *Study Design* (ensayos clínicos controlados aleatorizados).

Los Descriptores Médicos (DeCs) empleados en las distintas bases de datos fueron *pronation*, *flatfoot* y *exercise therapy*. En la búsqueda también se incluyeron los sinónimos *exercise*, *muscle strength* y *pronated foot*. La combinación de dichas palabras se realizó utilizando los operadores booleanos “AND” y “OR”.

La estrategia de búsqueda principal fue: (((“flatfoot”[MeSH Terms])OR(pronated foot[MeSH Terms]))OR(pronation[MeSH Terms]))AND((muscle strength OR exercise OR exercise therapy)[MeSH Terms]).

Se incluyeron ensayos clínicos que estudiaran el resultado del fortalecimiento o activación de la musculatura intrínseca plantar como tratamiento en el pie plano o pronado adulto, sin patología previa. Los/as pacientes con pie plano rígido, con patología de tipo sistémica o neurodegenerativa en el momento de la intervención o sometidos/as previamente a cirugía del miembro inferior fueron excluidos/as.

El riesgo de sesgo de los artículos seleccionados fue evaluado con la escala Risk of Bias de Cochrane (RoB 2) (Higgins, 2012).

Resultados y discusión

Se identificaron 134 artículos. Tras la eliminación de duplicados (84), se procedió a la lectura del título de los artículos recuperados, y se excluyeron 19 artículos. De los 65 restantes, una vez leído el resumen, fueron descartados 51 artículos.

Posteriormente, se realizó una lectura completa de los 14 artículos seleccionados para evaluar el cumplimiento de los criterios de elegibilidad y se eliminaron 7 artículos por no cumplir los criterios de inclusión determinados. Tras este proceso, fueron seleccionados para esta revisión sistemá-

tica un total de 6 artículos (Kim y Kim, 2016; Ünver, Erdem y Akbaş, 2019; Namsawang *et al.*, 2019; Okamura *et al.*, 2019; Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2020; Pabón-Carrasco *et al.*, 2020).

A través de la escala Risk of Bias de Cochrane (Rob2) (Higgins, 2012), un 43% de nuestros artículos obtuvieron la máxima puntuación de valoración (7/7) y el 57% restante obtuvo una puntuación de 5/7.

Las características de los estudios están reflejadas en la Tabla 1. Las características de la muestra quedan resumidas en la Tabla 2, mientras que las características de la intervención están reflejadas en la Tabla 3. Por último, las características de los resultados se encuentran en la Tabla 4 (todas en el apartado de anexos).

Los estudios seleccionados incluyeron un total de 232 participantes. De los/as 232 participantes incluidos/as, un 59,92% se corresponde al sexo femenino y un 40,8% al sexo masculino. La edad media de todos los estudios fue de 21,34 años. La altura media fue de 165,80 cm. La media del peso fue de 61,20 kg y la del IMC fue de 22,51 kg/m². Todos/as los/as autores/as coincidieron en las variables necesarias para evaluar un pie como plano o pronado: el *navicular drop* (ND) y el *foot posture index* (FPI).

La intervención más frecuente fue comprobar el efecto del ejercicio de pie corto. Todos/as los/as autores/as dividieron la muestra en dos grupos (experimental y control). En los artículos seleccionados, la mayoría de los/as autores/as consideró que el grupo control no debía realizar ninguna intervención o realizar ejercicios sin función biomecánica.

La evidencia científica revisada muestra que activar la musculatura intrínseca plantar produce beneficios terapéuticos en la patología de pie plano adulto, ya que se encuentran mejorías en las variables estudiadas y una mejora tanto en la alineación del pie como en la cinemática durante la marcha.

Para comprobar la eficacia de la intervención, se evaluaron el FPI, el ND, la altura del navicular, el grosor muscular, la actividad muscular, el equilibrio, el dolor y la discapacidad. El FPI es evaluado por 4 artículos (Kim y Kim, 2016; Ünver, Erdem y Akbaş, 2019; Namsawang *et al.*, 2019; Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2020). Mejora más de 1 punto en los sujetos que realizan el ejercicio de pie corto y ejercicios de la musculatura intrínseca y extrínseca respecto del grupo control. Dos estudios tienen en cuenta las modificaciones musculares para comprobar la efectividad de la intervención y son los únicos que combinan el ejercicio de pie corto con EENM. La diferencia radica en que, en el estudio de Okamura *et al.* (2019) se mide el grosor muscular de varios músculos mientras que en el de Namsawang *et al.* (2019) se mide el área transversal del músculo AbdH. El primero no encuentra mejoría, pero el segundo sí. La explicación de este suceso radica en que se pueden producir modificaciones en el área transversal del músculo AbdH pero no en el grosor muscular, como ya se demostró en un ensayo clínico sobre pacientes de pie plano (Jung *et al.*, 2011).

En todos los estudios predomina el ejercicio de pie corto a realizar por el grupo experimental, excepto en Sánchez-Rodríguez *et al.* (2020), que incluyen un conjunto de ejercicios donde se trabaja tanto musculatura intrínseca como extrínseca. Se ha demostrado que trabajar la musculatura extrínseca puede aportar grandes beneficios a la estabilidad de las extremidades inferiores. De esta manera, un fortalecimiento de los músculos rotadores de la cadera puede frenar la rotación interna de la extremidad inferior, y así evitar el valgo de rodilla y la consecuente pronación (Sulowska *et al.*, 2016; De Blaiser *et al.*, 2019).

La literatura afirma que el ejercicio de pie corto aumenta la actividad de músculo AbdH más que otros ejercicios, como pueden ser el ejercicio de risser o el rizo de toalla (Zhang *et al.*, 2019).

En relación con la pauta de tratamiento, se han encontrado variaciones entre los/as autores/as. Si hacemos referencia a la duración de la intervención, en Sánchez-Rodríguez *et al.* (2020) encontramos la programación de la actividad durante más tiempo. Se trata de un protocolo de ejercicios de 9 semanas. Por su parte, Pabón-Carrasco *et al.* (2020) solamente lo lleva a cabo durante 4 semanas. Este dato puede ser llamativo y hacernos pensar en una duración escasa, pero hemos de tener en cuenta varios aspectos: el número de sesiones por semana, la duración del ejercicio y si ha sido combinado o no con otras terapias. De esta manera, Ünver, Erdem y Akbaş (2019) son quienes más sesiones realizan en su ensayo, con un total de cuarenta y dos. Sin embargo, no especifican el tiempo invertido en cada sesión. Sánchez-Rodríguez *et al.* (2020) y Kim y Kim (2016) son los que realizan menos sesiones, con un total de dieciocho sesiones de cuarenta y treinta minutos respectivamente. Pabón-Carrasco *et al.* (2020) y Namsawang *et al.* (2019) realizan un total de veintiocho sesiones durante su ensayo. Aun si se tiene en cuenta estos datos, tampoco tienen poder comparativo, ya que no todos/as realizan solamente el ejercicio de pie corto, sino que algunos/as de ellos/as, como es el caso de Okamura *et al.* (2019) y Namsawang *et al.* (2019), lo combinan con EENM.

Todos/as los/as autores/as inician el ejercicio en posición sentada con tobillo y rodilla flexionados 90°. Solamente Kim y Kim (2016) mantienen al sujeto en esta posición durante todo el ensayo. El resto de los/as autores/as progresa hacia la bipedestación, por lo que el nivel de dificultad para la ejecución de la técnica aumenta, y esto puede dar como resultado una mayor efectividad sobre la musculatura intrínseca plantar. Namsawang *et al.* (2019) no progresa al realizar el ejercicio de pie corto, pero sí aplica la EENM con el sujeto de pie.

La evidencia científica recomienda realizar el ejercicio de pie corto de

manera bilateral. Solamente cuatro autores/as reflejan el pie utilizado en el ejercicio. Kim y Kim (2016) y Okamura *et al.* (2019) lo realizan unilateral, pie dominante y pie con mayor FPI respectivamente. Esto conlleva el no poder comparar la efectividad entre los dos pies y deriva en un sesgo en los resultados. Ünver, Erdem y Akbaş (2019) y Pabón-Carrasco *et al.* (2020) realizan el ejercicio bilateral, y este último estudio encontró mejora del ND solamente en el pie derecho, lo que nos confirma la hipótesis de que se pueden dar resultados distintos entre los pies.

Todos/as los/as autores/as coinciden en que no hay un protocolo unificado para la realización del ejercicio de pie corto. En general, se realizan programas de 4-8 semanas (Sulowska *et al.*, 2016), lo que supone que cada uno bajo su criterio opte por un tiempo específico en base a estudios anteriores. Tras los hallazgos encontrados en estos estudios, no podemos comparar el efecto del *foot core* sobre otros tratamientos conservadores, ya que solamente Kim y Kim (2016) comparan el ejercicio de pie corto con el uso de órtesis como tratamiento conservador para pie plano o pie pronado y concluye que las variables estudiadas mejoran en el grupo de ejercicio. La efectividad de la órtesis plantar es directamente proporcional a su uso, y su efecto en adultos/as es preventivo, no correctivo, lo que provoca que los datos no sean comparables.

Conclusiones

- 1-El fortalecimiento de la musculatura intrínseca plantar mejora la cinética y cinemática de la marcha. Actúa sobre la alineación del pie y disminuye la pronación, el dolor y la discapacidad en sujetos diagnosticados de pie plano.
- 2-El ejercicio de pie corto se considera el tratamiento más efectivo para el

fortalecimiento de la musculatura intrínseca plantar; no se ha establecido aún un protocolo unificado, pero la literatura contempla un período de 4-6 semanas.

3-El ejercicio de pie corto ha demostrado ser más efectivo que otros tratamientos conservadores, como el uso de órtesis plantares. La combinación de ambas terapias potencia los resultados, y mantiene la alineación normal del pie.

Bibliografía

Arbab, D.; Lüring, C.; Mutschler, M.; Gutteck, N. y Bouillon, B. (2020). Der erworbene Plattfuß des Erwachsenen - Operative Therapie der flexiblen Deformität im frühen Stadium. *Orthopade*, 49(11), 954-961.

De Blaiser, C.; De Ridder, R.; Willems, T.; Vanden Bossche, L.; Danneels, L. y Roosen, P. (2019). Impaired Core Stability as a Risk Factor for the Development of Lower Extremity Overuse Injuries: A Prospective Cohort Study. *Am J Sports Med.*, 47(7),1713-1721.

Flores, D. V.; Gómez, C. M.; Hernando, M. F.; Davis, M. A. y Pathria, M. N. (2019). Adult acquired flatfoot deformity: Anatomy, biomechanics, staging, and imaging findings. *Radiographics*, 39(5),1437-1460.

Fourchet, F. y Gojanovic, B. (2016). Foot core strengthening: Relevance in injury prevention and rehabilitation for runners. *Schweizerische Zeitschrift für Sport und Sport*, 64(1), 26-30.

Jung, D. Y.; Kim, M. H.; Koh, E. K.; Kwon, O. Y.; Cynn, H. S. y Lee, W. H. (2011). A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Phys Ther Sport*, 12(1), 30-35.

Higgins, J. (2012). *Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0.*

Hodges, P. W. (2003). Core stability exercise in chronic low back pain. *Orthop Clin North Am.*, 34(2), 245-254.

Kim, E. K. y Kim, J. S. (2016). The effects of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patients. *J Phys Ther Sci.*, 28(11), 3136-3139.

Kodithuwakku Arachchige, S. N. K.; Chander, H. y Knight, A. (2019). Flat feet: Biomechanical implications, assessment and management. *Foot*, 38, 81-85.

Maynou, C.; Naudi, S.; Staquet, V.; Parent, S. y Boniface, O. (2019). Pie plano valgo estático del adulto (incluidas las sinostosis congénitas). *EMC - Apar Locomot.*, 43(2), 1-13.

McKeon, P. O.; Hertel, J.; Bramble, D. y Davis, I. (2015). The foot core system: A new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *Br J Sports Med*, 49(5), 290.

McKeon, P. O. (2015). Freeing the Foot Integrating the Foot Core System into Rehabilitation for Lower Extremity Injuries. *Clin Sport Med.*, 34, 347-361.

Namsawang, J.; Eungpinichpong, W.; Vichiansiri, R. y Rattanathongkom, S. (2019). Effects of the Short Foot Exercise With Neuromuscular Electrical Stimulation on Navicular Height in Flexible Flatfoot in Thailand: A Randomized Controlled Trial. *J Prev Med Public Health*, 52(4), 250-257.

Okamura, K.; Kanai, S.; Fukuda, K.; Tanaka, S.; Ono, T. y Oki, S. (2019). The effect of additional activation of the plantar intrinsic foot muscles on

foot kinematics in flat-footed subjects. *Foot*, 38, 19–23.

Pabón-Carrasco, M.; Castro-Méndez, A.; Vilar-Palomo, S.; Jiménez-Cebrián, A. M.; García-Paya, I. y Palomo-Toucedo, I. C. (2020). Randomized clinical trial: The effect of exercise of the intrinsic muscle on foot pronation. *Int J Environ Res Public Health*, 17(13), 1-11.

Pita-Fernández, S.; González-Martín, C.; Alonso-Tajes, F.; Seoane-Pillado, T.; Pertega-Díaz, S.; Pérez-García, S.; Seijo-Bestilleiro, R. y Balboa-Barreiro, V. (2017). Flat foot in a random population and its impact on quality of life and functionality. *J Clin Diagnostic Res.*, 11(4), 22-27.

Sánchez-Rodríguez, R.; Valle-Estévez, S.; Fraile-García, P. A.; Martínez-Nova, A.; Gómez-Martín, B. y Escamilla-Martínez E. (2020). Modification of pronated foot posture after a program of therapeutic exercises. *Int J Environ Res Public Health*, 17(22), 1-8.

Smyth, N.A.; Aiyer, A. A.; Kaplan, J. R.; Carmody, C.A. y Kadakia, A. R. (2017). Adult-acquired flatfoot deformity. *Eur J Orthop Surg Traumatol.*, 27(4), 433-439.

Richie, D. (2020). Biomechanics and Orthotic Treatment of the Adult Acquired Flatfoot. *Clin Pod Med Surg.*, 37, 71-89.

Robinson, D.; Mitchkash, M.; Wasserman, L. y Tenforde, A. S. (2020). Nonsurgical Approach in Management of Tibialis Posterior Tendinopathy With Combined Radial Shockwave and Foot Core Exercises: A Case Series. *J Foot Ankle Surg.*, 59(5), 1058-1061.

Toullec, E. (2015). Adult flatfoot. *ScienceDirect*, 101, 0-6.

Sulowska, I.; Oleksy, Ł.; Mika, A.; Bylina, D. y Sołtan, J. (2016). The influence of plantar short foot muscle exercises on foot posture and fundamental movement patterns in long-distance runners, a non-randomized, non-blinded clinical trial. *PLoS One*, 11(6), 1-12.

Ünver, B.; Erdem, E. U. y Akbaş, E. (2019). Effects of Short-Foot Exercises on Foot Posture, Pain, Disability and Plantar Pressure in Pes Planus. *J Sport Rehabil.*, 29,436-440.

Urrútia, G. y Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135, 507-511.

Zhang, X.; Pael, R.; Deschamps, K.; Jonkers, I. y Vanwanseele, B. (2019). Differences in foot muscle morphology and foot kinematics between symptomatic and asymptomatic pronated feet. *Scand J Med Sci Sport*, 29(11), 1766-1773.

Anexo

Tabla 1. Características generales de los estudios y criterios de inclusión y exclusión

CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO				CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN		
AUTORES/AS	TÍTULO	AÑO	DISEÑO DE ESTUDIO	PAÍS	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Kim y Kim	The effects of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patients	2016	ECA	Corea	ND ≥ 10 mm	Realizar ejercicios de las extremidades inferiores por separado, hipoestesia del pie, fractura, luxación, enfermedad cutánea, enfermedad vascular
Ünver <i>et al.</i>	Effects of short-foot exercises on foot posture, pain, disability and plantar pressure in pes planus	2019	EC no aleatorizado	Turquía	Edad entre 18 y 25 años, pie plano bilateral, FPI de 6	Pie plano rígido, hallux valgus, espolón calcáneo, problemas sistémicos, neurológicos u ortopédicos, cirugía previa de extremidades inferiores
Namsawang <i>et al.</i>	Effect of the short foot exercise with neuromuscular electrical stimulation on navicular height in flexible flatfoot in Thailand: a randomized controlled trial	2019	ECA	Tailandia	Pacientes diagnosticados de pie plano flexible	Pacientes con antecedentes de pie y tobillo, dolor, anteversión femoral, DTTP, genu valgum, disimetrías, acortamiento de gastrocnemios, diabetes mellitus, artritis reumatoide, articulación hipermóvil, menopausia, uso de marcapasos cardíaco, trastorno neurológico en los últimos 6 meses
Okamura <i>et al.</i>	Effects of plantar intrinsic fppt muscle strengthening exercise on static and dynamic foot Kinematics: A pilot randomized controlled single-blind trial in individuals with pes planus	2019	ECA	Japón	Puntuación FPI > 6	Dolor en miembros inferiores, enfermedad neurológica, haber realizado ejercicios de pie corto previamente, convulsiones y uso de marcapasos
Pabón-Carrasco <i>et al.</i>	Randomized Clinical Trial: The effect of exercise of the intrinsic muscle on foot pronation	2020	ECA	España	N/A	Puntuación FPI<6, dolor en miembros inferiores, tratamiento ortopédico actual, enfermedades graves, hiperlaxitud ligamentosa, cirugía osteoarticular, embarazo, haber realizado previamente ejercicios de pie corto
Sánchez Rodríguez <i>et al.</i>	Modification of pronated foot posture after a program of therapeutic exercises	2020	ECA	España	Pacientes con pie pronado, edad entre 18-40 años	Tratamiento con soportes plantares, cirugía previa en extremidades inferiores, realización actual de algún tipo de ejercicios con fines terapéuticos

ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado; EC: Ensayo Clínico; N/A: No Aparece; ND: Navicular Drop; FPI: Foot Posture Index - Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Características de la muestra

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA					
AUTOR/A, AÑO, PAÍS	MUESTRA	SEXO (H/M)	ALTURA (cm) "SD"	PESO/IMC (Kg/Kg/m2) "SD"	ESCALAS DE MEDIDA DIAGNÓSTICO PIE PLANO
Kim y Kim, 2016, Corea	GE=7 GC=7	GE=6/1 GC=4/3	GE=172,2 "6,9" GC=167 "6,7"	GE: 68,2 "12,9"/N/A GC=63,3 "17,6"/N/A	ND>10 mm
Ünver <i>et al.</i> , 2019, Turquía	GE=21 GC=20	GE=5/16 GC=11/9	GE=N/A GC=N/A	GE=NA/22,94 "3,30" GC=N/A/23,13 "1,92"	ND>10mm FPI≥6 Dolor Discapacidad Presión plantar
Namsawang <i>et al.</i> , 2019, Tailandia	GE=18 GC=18	GE=8/10 GC=4/14	GE=164,17 "7,70" GC=168,78 "6,15"	GE=58,17 "5,99"/21,57 "1,50" GC=60,83 "5,39"/21,35 "1,41"	Altura navicular Grosor músculo AbdH
Okamura <i>et al.</i> , 2019, Japón	GE=10 GC=10	GE=1/9 GC=2/8	GE=158,6 "6,1" GC=159,5 8,8"	GE=49,7 "4,5"/19,7 "0,9" GC=53,7 "7,7"/21,1 "2,1"	ND FPI Grosor músculos intrínsecos y extrínsecos Fuerza reacción suelo
Pabón-Carrasco <i>et al.</i> , 2020, España	GE=42 GC=43	GE=24/18 GC=18/25	GE=N/A GC=N/A	GE=N/A/24,13 "4,16" B=N/A/21,65 "3,35"	ND>10 mm FPI>6
Sánchez-Rodríguez <i>et al.</i> , 2020, España	GE=18 GC=18	GE=7/11 GC=8/10	GE=N/A GC=N/A	GE= N/A/23,2 "3,2" GC= N/A/23,9 "2,6"	FPI

ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado; EC: Ensayo Clínico; GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Control; N/A: No Aparece; H: Hombres; M: mujeres; IMC: Índice de Masa Corporal; Kg: Kilogramos; m2: metro cuadrado; ND: Navicular Drop; FPI: Foot Posture Index; Músculo AbdH: Músculo Abductor del Hallux Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Características de la intervención

AUTOR/A	INTERVENCIÓN	BILATERAL O UNILATERAL	FRECUENCIA DEL EJERCICIO	PROCEDIMIENTO	SEGUIMIENTO
Kim y Kim (2016)	GE: Ejercicios de pie corto GC: Caminar con plantillas de soporte del arco	Pie dominante	GE: 30/3 veces por semana GC: 30/3 veces por semana	GE: Sujeto sentado con cadera, rodilla y tobillo a 90° Mantenimiento del ALI 20 segundos GC: Plantillas termoplásticas de 3,2 mm de grosor. ALI con altura 15mm.	6 semanas
Ünver <i>et al.</i> (2019)	GE: Ejercicio progresivo de pie corto + estimulación neuromuscular con motivo de aprendizaje GC: Ninguna intervención	Bilateral	GE: 3 series (15 repeticiones) 2 días/semana (supervisión) 5 días/semana (en casa) GC: Ninguna intervención	GE: Semana 1ª-2ª: posición sentada. Semana 3ª-4ª: en bipedestación (apoyo bipodal) Semana 5ª-6ª: en bipedestación (apoyo unipodal) GC: Ninguna intervención	6 semanas
Namsawang <i>et al.</i> (2019)	GE: Ejercicio de pie corto + estimulación neuromuscular en músc. AbdH GC: Ejercicio pie corto + estimulación neuromuscular tipo placebo en músc. AbdH	N/A	GE: Series N/A, 30 repeticiones + 30 minutos de estimulación neuromuscular en músc. AbdH (85Hz) GC: Series N/A (30 repeticiones) + 30 minutos de estimulación neuromuscular en músc. AbdH (intensidad: 0 mA)	GE: Sujeto sentado, 5 segundos de contracción del ALI cada repetición. Bipedestación en apoyo bipodal durante la estimulación eléctrica neuromuscular GC: Sujeto sentado durante el ejercicio, 5 segundos de contracción del ALI cada repetición. Bipedestación con apoyo bipodal durante la estimulación eléctrica neuromuscular	8 semanas
Okamura <i>et al.</i> (2019)	GE: Ejercicio progresivo de pie corto GC: Ninguna intervención	Unilateral (pie con puntuación más alta de FPI)	GE: 3 series (10 repeticiones) 3 veces/semana GC: Ninguna intervención	GE: Primero, sujeto sentado y progreso hacia bipedestación bipodal y posteriormente unipodal. 5 segundos de contracción del ALI cada repetición GC: Ninguna intervención	8 semanas
Pabón Carrasco <i>et al.</i> (2020)	GE: Ejercicio de pie corto GC: Ejercicio de función no biomecánica	Bilateral	GE: 5 series (repeticiones NE) 7 veces/semana GC: 5 series (repeticiones NE) 7 veces/semana	GE: Semana 1ª: sentado sin carga. Semana 2ª: sentado con carga. Semana 3ª: bipedestación y apoyo bipodal. Semana 4ª: bipedestación y apoyo unipodal. 30 segundos de contracción del ALI. 10 segundos de descanso entre series. GC: Sujeto sentado, rodilla a 90°, pie en descarga, movimientos de FD y FP articulaciones metatarsofalángicas. 30 segundos cada serie. 10 segundos de descanso entre series.	4 semanas
Sánchez Rodríguez <i>et al.</i> (2020)	GE: Protocolo de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura intrínseca y extrínseca GC: Ninguna intervención	Bilateral	GE: 2 sesiones a la semana (repeticiones N/A) 1:30 minuto por extremidad 3 minutos para músculos lumbopélvicos GC: Ninguna intervención	GE: 11 ejercicios activos-resistidos: caminar con el talón y el antepie, caminar sobre el borde medial y lateral del pie, recogida de pequeños objetos con los dedos, inversión/eversión con banda elástica, abducción de la cadera, fuerza erectores espinales, fuerza abdomen, fuerza oblicuos abdomen, pelota en las piernas, equilibrio sobre base inestable y desestabilización GC: Ninguna intervención	9 semanas

GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Control; N/A: No Aparece; Músculo AbdH: Músculo Abductor del Hallux; ALI: Arco Longitudinal Interno; FD: Flexión Dorsal; FP: Flexión Plantar; mA: miliamperios
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Características de los resultados

VARIABLES MEDIDAS						
AUTOR/A	EVALUACIÓN	ND (mm) "SD"	EQUILIBRIO % "SD"	RESULTADOS	CONCLUSIONES	
Kim y Kim (2016)	Pre	GE	11,4 "1,6"	74,3 "8,3"	ND disminuyó en GE>GC Equilibrio aumento en GE>GC	Mejora del ALI y del equilibrio dinámico tanto con el uso de plantillas como con la realización del ejercicio. Ejercicio de pie corto más eficaz que el tratamiento conservador
		GC	12,2 "1,8"	72,4 "7,1"		
	Post	GE	7,7 "1,1"	82,4 "7,4"		
		GC	10,5 "1,7"	74,2 "7,2"		

ND: Navicular Drop; GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; mm: milímetros; SD: Desviación Estándar; %: por ciento

VARIABLES MEDIDAS								
AUTOR/A	EVALUACIÓN	ND (mm) "SD"	FPI "SD"	DOLOR	DISCAPACIDAD	RESULTADOS	CONCLUSIONES	
Ünver <i>et al.</i> (2019)	Pre	GE	PD:16,47 "5,45" PI:17,38 "5,85"	PD:8,95 "1,46" PI:8,76 "1,84"	12,23 "11,9"	7,80 "6,9"	Las puntuaciones de FPI, ND, dolor y discapacidad disminuyeron en el GE, en el GC no se apreciaron cambios significativos	El ejercicio de pie corto durante 6 semanas fue eficaz para disminuir el FPI, el ND, el dolor, la discapacidad y aumentar la fuerza plantar en medio pie. En el grupo control, estos parámetros no cambiaron tras las 6 semanas.
		GC	PD:17,25 "5,31" PI:16,30 "4,97"	PD:8,40 "1,95" PI:8,10 "1,61"	7,20 "10,3"	4,05 "7,5"		
	Post	GE	PD:10,85 "5,92" PI:11,57 "4,41"	PD:7,33 "2,15" PI:7,09 "2,44"	7,85 "8,78"	3,95 "4,5"		
		GC	PD:16,90 "5,90" PI:16,45 "5,59"	PD:8,50 "2,03" PI:8,25 "1,48"	5,00 "6,31"	3,55 "5,7"		

GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; ND: Navicular Drop; mm: milímetros; FPI: Foot Posture Index; SD: Desviación Estándar; PD: Pie Derecho; PI: Pie Izquierdo

AUTOR/A	EVALUACIÓN	ND (mm) "SD"	FPI "SD"	GROSOR MUSCULAR (mm) "SD"	RESULTADOS	CONCLUSIONES	
Okamura <i>et al.</i> (2019)	Pre	GE	9,7 "1,9"	12,5 "3,3"	AbdH:12,3 "2,4" FCH:13,9 "1,6" FCD:7,3 "1" FLH:22 "3,5" FLD:13,3 "2,6" PLL:11,7 "2,1"	Tiempo para que la altura del navicular alcance su valor mínimo: GE disminuye, GC mantenido igual La fuerza de reacción medial al suelo disminuye en el GE La puntuación FPI mejoró en los dos grupos No se pudo confirmar un aumento del grosor de la musculatura intrínseca en ambos grupos	El ejercicio de pie corto modificó los parámetros de la cinemática del pie durante la marcha. El FPI y el ND suelen tener gran riesgo de sesgo en su medición.
		GC	9 "2,1"	10,9 "2,9"	AbdH:12,2 "1,7" FCH:14,3 "1,4" FCD:7,7 "1,7" FLH:22,8 "3,4" FLD:11,4 "2,8" PLL:12,8 "1,9"		
	Post	GE	6,2 "1,5"	8,5 "N/A"	AbdH:13,4 "3,7" FCH:14 "1,3" FCD:7,1 "1,1" FLH:22,9 "3,2" FLD:14,1 "2,3" PLL:12 "1,8"		
		GC	5,4 "2,5"	7,5 "N/A"	AbdH:13,2 "2,1" FCH:14,7 "1,1" FCD:7,6 "1,6" FLH:23,2 "2,9" FLD:11,8 "2,8" PLL:12,9 "1,8"		

GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; ND: Navicular Drop; mm: milímetros; FPI: Foot Posture Index; SD: Desviación Estándar; AbdH: Abductor del Hallux; FCH: Flexor Hallucis Corto del Hallux; FCD: Flexor Corto de los Dedos; FLH: Flexor Largo del Hallux; FLD: Flexor Largo de los Dedos; PLL: Peroneo Lateral Largo

VARIABLES MEDIDAS							
AUTOR/A	EVALUACIÓN		Altura navicular (mm) "SD"	Actividad músculo AbdH %	CSA transversal músculo AbdH (mm2) "SD"	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Namsawang <i>et al.</i> (2019)	Pre	GE	32,02 "4,1"	65,33 "11,28"	218,66 "53,23"	Poco aumento de la altura del navicular en ambos grupos. Aumento del CSA transversal del músc. AbdH en ambos grupos, en el GE aumentó el doble respecto al GC. Aumento de la fuerza muscular en ambos grupos.	El ejercicio de pie corto combinado con EENM fue más eficaz para aumentar la fuerza del músculo AbdH que el ejercicio de pie corto sin EENM. La altura del navicular no se vio modificada.
		GC	32,7 "4,1"	65,29 "12,89"	256,96 "N/A"		
	Post	GE	32,14 "N/A"	81,42 "N/A"	225,97 "64,10"		
		GC	32,81 "N/A"	73,94 "N/A"	244,36 "N/A"		

GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; mm: milímetros; mm2: Milímetros Cuadrados;
SD: Desviación Estándar; Músculo AbdH: Músculo Abductor del Hallux; EENM: Estimulación Eléctrica Neuromuscular

VARIABLES MEDIDAS						
AUTOR/A	EVALUACIÓN		ND (mm) "SD"	FPI "SD"	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Pabón-Carrasco <i>et al.</i> (2020)	Pre	GE	PD:0,79 "0,08"	PD:6,77 "0,62"	Mejora de FPI en ambos grupos. El ND solamente mejoró en el pie derecho.	No hubo una diferencia significativa en la pronación del pie entre ambos grupos. Tendencia a una postura más neutra del pie y una disminución del ND en todos los sujetos.
			PI:0,70 "0,06"	PI:6,94 "0,52"		
		GC	PD:0,67 "0,06"	PD:6,35 "0,31"		
			PI:0,65 "0,07"	PI:6,27 "0,22"		
	Post	GE	PD:0,63 "0,06"	PD:5,37 "0,63"		
			PI:0,49 "0,32"	PI:5,09 "0,66"		
GC	PD:0,59 "0,54"	PD:5,43 "0,44"				
	PI:0,59 "0,06"	PI:5,19 "0,42"				

GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; ND: Navicular Drop;
FPI: Foot Posture Index; mm: Milímetros; SD: Desviación Estándar; PD: Pie Derecho; PI: Pie Izquierdo

VARIABLES MEDIDAS					
AUTOR/A	EVALUACIÓN		FPI "SD"	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Sánchez Rodríguez <i>et al.</i> (2020)	Pre	GE	8,3 "1,7"	El FPI en el GE disminuyó significativamente respecto al GC, que se mantuvo igual.	La realización de un protocolo de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura intrínseca y extrínseca durante 9 semanas mejoró la hiperpronación. La postura del pie se fue acercando a la neutralidad.
		GC	7,7 "1,4"		
	Post	GE	7 "2,3"	Del total de la muestra, 6 sujetos alcanzaron la posición neutra del pie, 11 mantuvieron la pronación, pero con menor puntuación FPI y 1 sujeto siguió con una postura del pie muy pronada.	
		GC	7,7 "1,4"		

GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; FPI: Foot Posture Index; SD: Desviación Estándar

Corrientes 1254, Rosario (2000)

Santa Fe, Argentina

341 - 4838100

revistaseys@ugr.edu.ar



UGR

Universidad del
Gran Rosario