



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE FISIOTERAPIA**

**Efectos del ejercicio físico en el paciente con pie plano flexible**

**Trabajo de Titulación para optar al título de**  
**Licenciada en Fisioterapia**

**Autor:**

**Cruz Travez, Erika Vanessa**

**Tutor:**

**MgSc. María Fernanda López Merino**

**Riobamba, Ecuador. 2026**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Erika Vanessa Cruz Travez, con cédula de ciudadanía 0550424741, autora del trabajo de investigación titulado: Efectos del ejercicio físico en el paciente con pie plano flexible, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 19 de mayo de 2026.



---

Erika Vanessa Cruz Travez

C.I: 0550424741



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE FISIOTERAPIA**

**CERTIFICADO DEL TUTOR**

Yo, **Msc. María Fernanda López Merino** docente de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Nacional de Chimborazo, en mi calidad de tutor del proyecto de investigación denominado “**Efectos del ejercicio físico en el paciente con pie plano flexible**”, elaborado por la señorita **Erika Vanessa Cruz Travez**, certifico que, una vez realizadas la totalidad de las correcciones el documento se encuentra apto para su presentación y sustentación. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad facultando a los interesados en hacer uso del presente para los trámites correspondientes.

Riobamba, 11 de mayo de 2026.

Atentamente,

---

Msc. María Fernanda López Merino  
**DOCENTE TUTOR**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA DE FISIOTERAPIA**

**CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**Efectos del ejercicio físico en el paciente con pie plano flexible**”, presentado por **Erika Vanessa Cruz Travez**, con cédula de identidad número, **0550424741**, bajo la tutoría de **Msc. María Fernanda López Merino**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 19 de mayo de 2026.

MgS. Laura Verónica Guaña Tarco  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**

MgS. Fernando Daniel Álvarez Maigualema  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**

MgS. Adrián Marcelo Cargua Usca  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Dirección  
Académica  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

*en movimiento*



UNACH-RGF-01-04-08.17  
VERSIÓN 01: 06-09-2021

## CERTIFICACIÓN

Que, **CRUZ TRAVEZ ERIKA VANESSA** con CC: **0550424741**, estudiante de la Carrera de **FISIOTERAPIA**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **“EFECTOS DEL EJERCICIO FISICO EN EL PACIENTE CON PIE PLANO FLEXIBLE.”**, cumple con el 16 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 11 de mayo de 2026.

---

Msc. María Fernanda López  
**TUTORA**

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de investigación, lo dedico a Dios y a todas las personas que estuvieron conmigo en cada momento, brindándome su apoyo para poder conseguir mi sueño que es ser una profesional, quienes con sus consejos me supieron guiar en este camino tan largo, que está llegando a su fin.

A mi madre, Blanca Travez, quien siempre me ha apoyado con su amor, consejos y palabras de ánimo guiándome en mi formación académica. Gracias por cada sacrificio y por creer siempre en mí. Valoro profundamente todo el esfuerzo que ha hecho por mí, pues la mejor herencia que pudo darme es la oportunidad de llegar a ser una profesional. Este logro también es suyo, porque sin su apoyo, su guía y su amor incondicional no habría sido posible. Con todo mi cariño, le dedico esta meta alcanzada.

A mi enamorado, Marco Dias, quien fue mi apoyo incondicional a lo largo de este camino universitario. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudé, por brindarme fortaleza moral en los momentos de cansancio. Este logro también es tuyo, porque sin tu amor y apoyo constante no habría sido posible.

A mi hija, Solange Dias, quien llegó a mi vida para darle un giro de 360 grados, llenándola de amor, ternura y alegría. Con sus ocurrencias y su cariño supo darme fuerzas en los momentos en que más lo necesitaba, convirtiéndose en una razón inmensa para no rendirme. Ha sido y siempre será mi mayor motivación e inspiración para seguir luchando y alcanzar cada uno de mis logros.

**Erika Vanessa Cruz Travez**

## **AGRADECIMIENTO**

Con infinito agradecimiento a mi Dios, por haberme otorgado fortaleza, perseverancia y sabiduría a lo largo de todo el trayecto de mi carrera universitaria, permitiéndome superar cada desafío y alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A mi querida, Universidad Nacional de Chimborazo, por abrirme las puertas de esta noble institución; a la Facultad de Ciencias de la Salud y, de manera especial, a la Carrera de Fisioterapia, cuyos docentes me brindaron sus conocimientos, apoyo y guía a lo largo de todo este trayecto académico, contribuyendo de manera significativa a mi crecimiento y formación profesional.

Agradezco a mi madre, Blanca Travez, por el apoyo que siempre me ha brindado, corrigiendo mis errores y acompañándome durante toda mi vida sin dejarme sola. Me ha enseñado que la vida está llena de obstáculos que deben superarse con esfuerzo y perseverancia para poder cumplir nuestros sueños.

A mi padre, Edwin Cruz, quien desde el cielo me bendice y me acompaña siempre. Sé que estaría muy orgulloso de verme alcanzar esta meta y convertirme en una profesional. Su amor y sus enseñanzas siguen siendo una guía constante en mi vida.

A mi hermano, Edison Cruz, quien estuvo a mi lado en los momentos más difíciles, como un padre, brindándome su apoyo, consejos y fortaleza para seguir adelante.

A mi tutora de tesis, Msc. María Fernanda López, por brindarme sus conocimientos y guiarme en cada etapa del proceso, convirtiéndose en un pilar fundamental durante la elaboración de este trabajo de investigación.

**Erika Vanessa Cruz Travez**

# ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENRAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO II.....	17
2. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Anatomía del pie.....	17
2.1.1. Estructura ósea del pie.....	17
2.1.2. Articulaciones del pie.....	18
2.1.3. Ligamentos del pie.....	18
2.1.4. Músculos del pie.....	18
2.1.5. Musculatura complementaria en la estabilidad y alineación de la cadena cinética de la extremidad inferior.....	21
2.1.6. Arcos del pie.....	21
2.2. Biomecánica del pie.....	22
2.3. Desarrollo del pie durante el crecimiento.....	23
2.4. Marcha y sus fases.....	23
2.4.1. Fases de la marcha.....	24
2.4.2. Accionar del pie durante la marcha.....	24
PATOLOGÍA.....	25
2.5. Pie plano flexible.....	25

2.5.1.	Etiología. ....	25
2.5.2.	Factores de riesgo. ....	26
2.5.2.1.	Factores que influyen en las presiones plantares. ....	26
2.5.2.2.	Actividad física. ....	27
2.5.3.	Accionar del pie plano flexible durante la marcha. ....	27
2.5.4.	Manifestaciones clínicas. ....	27
2.6.	Examen físico. ....	28
2.6.1.	Exploración física. ....	28
2.6.2.	Evaluación antropométrica de la disposición del pie. ....	29
2.6.3.	Test específicos del pie plano flexible. ....	30
2.6.3.1.	Test de Jack. ....	30
2.6.3.2.	Huella plantar. ....	30
2.6.3.3.	Índice del arco. ....	31
2.6.3.4.	Índice de Staheli. ....	31
2.7.	Tratamiento fisioterapéutico. ....	32
2.7.1.	Ejercicio físico terapéutico. ....	33
2.7.1.1.	Dosificación del ejercicio terapéutico. ....	33
2.7.1.2.	Contraindicaciones. ....	36
2.7.2.	Intervención fisioterapéutica complementaria. ....	36
2.8.	Fisioterapia innovadora. ....	37
CAPÍTULO III. ....		38
3.	METODOLOGÍA. ....	38
3.1.	Diseño de Investigación. ....	38
3.2.	Tipo de Investigación. ....	38
3.3.	Nivel de Investigación. ....	38
3.4.	Método de Investigación. ....	38
3.5.	Enfoque de Investigación. ....	39
3.6.	Según la Cronología de la Investigación. ....	39
3.7.	Técnicas de Recolección de Datos. ....	39

3.7.1. Estrategias de búsqueda. ....	39
3.7.2. Base de datos. ....	39
3.8. Población.....	40
3.9. Muestra.....	40
3.10. Métodos de Análisis y Procesamiento de Datos .....	40
3.10.3.Criterios de exclusión.....	40
3.10.4.Procesamiento de Datos. ....	41
3.11. Análisis de artículos según la escala de PEDro.....	43
CAPÍTULO IV .....	51
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	51
4.1. Resultados .....	51
4.1.1. Datos sobre las características demográficas de la población de estudio.....	51
4.1.2. Datos sobre la clasificación de los enfoques terapéuticos y abordajes clínicos en el pie plano flexible. ....	52
4.2. Discusión.....	66
CAPÍTULO V .....	69
5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES .....	69
5.1. Conclusión.....	69
5.2. Recomendación .....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Músculos Extrínsecos .....	19
<b>Tabla 2.</b> Músculos Intrínsecos .....	20
<b>Tabla 3.</b> Ejercicios Terapéuticos.....	34
<b>Tabla 4.</b> Ejercicios Complementarios.....	35
<b>Tabla 5.</b> Valoración de la calidad metodológica de los estudios controlados aleatorizados (ECA's) mediante la Escala PEDro.....	43
<b>Tabla 6.</b> Variables demográficas: edad y sexo. ....	51
<b>Tabla 7.</b> Estudios sobre ejercicios terapéuticos y fortalecimiento muscular.....	52
<b>Tabla 8.</b> Estudios sobre intervenciones complementarias y Fisioterapia integral.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Examen del pie plano flexible.....	28
<b>Figura 2.</b> Test de Jack. Elaboración propia con uso de la IA. ....	30
<b>Figura 3.</b> Índice del arco. Elaboración propia con uso de la IA .....	31
<b>Figura 4.</b> Índice de Staheli. Elaboración propia con uso de la IA .....	32
<b>Figura 5.</b> Ejercicios para la Musculatura Extrínseca del Pie. Elaboración propia con uso de la IA. ....	35
<b>Figura 6.</b> Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección.....	42

## RESUMEN

**Introducción:** El pie plano flexible es una alteración frecuente en la población pediátrica, caracterizada por la disminución o ausencia del arco longitudinal medial durante la carga, generando alteraciones biomecánicas. El ejercicio físico terapéutico como intervención conservadora eficaz para mejorar la estabilidad del arco plantar y la funcionalidad del pie.

**Objetivo:** Analizar los efectos del ejercicio físico en el paciente con pie plano flexible mediante una revisión bibliográfica para la población pediátrica.

**Metodología:** Investigación de tipo documental, basada en la revisión bibliográfica de artículos científicos publicados entre 2018 a 2025. La búsqueda se realizó en bases de datos como PubMed, PEDro, Google Académico y Scopus. Se incluyeron 25 ensayos clínicos aleatorizados que cumplieron con los criterios de inclusión y fueron evaluados mediante la escala PEDro.

**Resultados:** Los estudios analizados muestran que el ejercicio físico terapéutico, como el fortalecimiento de los músculos, el entrenamiento sensoriomotor y el equilibrio, contribuyó a mejoras significativas en la alineación del pie, la altura del arco longitudinal medial y los patrones de marcha. La combinación de ejercicios con intervenciones complementarias, como ortesis plantar o vendaje neuromuscular, mostró beneficios como la reducción del dolor y el control dinámico, aunque con efectos transitorios.

**Conclusión:** Se concluye que un ejercicio físico terapéutico bien dosificado y de manera progresiva durante un periodo de seis semanas mejora la altura del escafoides y el ángulo del arco plantar. Estos cambios favorecen la alineación del pie, mejoran su apariencia estética y reducen la progresión de un pie plano flexible en la población pediátrica.

**Palabras claves:** pie plano flexible; ejercicio físico; fortalecimiento muscular; población pediátrica; fisioterapia.

## Abstract

**Introduction:** Flexible flatfoot is a common condition in the pediatric population, characterized by a decrease or absence of the medial longitudinal arch during weight-bearing, leading to biomechanical alterations. Therapeutic physical exercise is an effective conservative intervention to improve plantar arch stability and foot function.

**Objective:** To analyze the effects of physical exercise in patients with flexible flatfoot through a literature review for the pediatric population.

**Methodology:** This documental research was based on a literature review of scientific articles published between 2018 and 2025. The search was carried out in databases such as PubMed, PEDro, Google Scholar, and Scopus. Twenty-five randomized controlled trials that met the inclusion criteria were included and evaluated using the PEDro scale.

**Results:** The analyzed studies show that therapeutic physical exercise, such as muscle strengthening, sensorimotor training, and balance exercises contributed to significant improvements in foot alignment, medial longitudinal arch height, and gait patterns. Combining exercises with complementary interventions, such as plantar orthotics or neuromuscular taping, showed benefits such as pain reduction and improved dynamic control, although these effects were transient.

**Conclusion:** It is concluded that well-dosed and progressively administered therapeutic physical exercise over a period of six weeks improves navicular height and plantar arch angle. These changes promote foot alignment, improve its aesthetic appearance, and reduce the progression of flexible flatfoot in the pediatric population.

*Keywords:* flexible flatfoot, physical exercise, muscle strengthening, pediatric population, physical therapy



Reviewed by:  
Geovanny Armas Pesántez, B.A. Mgs.  
**EFL PROFESSOR**  
ID. N°: 0602773301

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El pie plano flexible es una alteración común en la población pediátrica, los signos se caracterizan por presentar una disminución o ausencia del arco longitudinal interno, eversión excesiva durante la carga y abducción del antepié (1). Su origen es fisiológico, siendo normal que el arco plantar se desarrolle entre 2 a 6 años de edad, durante el periodo de crecimiento infantil. En la mayoría de los niños, el arco plantar se forma y se vuelve visible a medida que crecen; sin embargo, en algunos casos, al adoptar la posición de bipedestación, existe una ausencia de curvatura. Esta alteración compromete la función biomecánica principal del arco plantar, que consiste en amortiguar el impacto de reacción al suelo y proporcionar soporte al peso corporal durante la marcha (2). El pie plano flexible es el más frecuente en la edad infantil suele corregirse con el crecimiento, dentro de los tipos de pie plano está el idiopático que empieza como flexible, pero este no se corrige por si solo y persiste hasta la edad adulta, este tipo de pie plano puede estar asociado a un componente hereditario.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) aproximadamente entre el 20% y el 37% de la población a nivel mundial presenta algún tipo de pie plano, siendo la variante flexible la más frecuente. En la población pediátrica se estima entre el 20% y 30%. Los niños casi universalmente presentan pie plano cuando comienzan a deambular, debido a la laxitud intrínseca y al insuficiente control neuromuscular que da como resultado el aplanamiento del pie cuando soporta peso (3). El estudio de Marc (3), señala una mayor incidencia en hombres y una menor incidencia en mujeres, en edad infantil de 3 a 5 años, en la adolescencia temprana y media de 11 a 17 años, así como en individuos con obesidad.

Estudios en poblaciones europeas reportan que la prevalencia del pie plano flexible en la edad adulta, con cifras que oscilan entre el 3% y el 25%, lo que evidencia que, aunque esta alteración disminuye con el crecimiento, puede persistir hasta la adultez (37). Estudios en poblaciones latinoamericanas, el pie plano flexible presenta una alta prevalencia en la edad infantil, con cifras que oscilan entre el 15 % y 45 % de la población, lo que evidencia una alta incidencia durante la etapa del desarrollo infantil (1). Se reconoce que factores como la debilidad muscular, especialmente de los músculos intrínsecos y extrínsecos del pie y el tobillo, contribuyen al desarrollo del pie plano flexible.

En Colombia, un estudio realizado en población pediátrica ha reportado una prevalencia de pie plano flexible cerca al 15,7%, en niños de 3 a 10 años, y una disminución significativa a partir de los 6 años, lo que evidencia el desarrollo natural durante el crecimiento (38). En Ecuador, estudios recientes indican una prevalencia que oscila entre el 3% y el 19 % en niños de edad escolar que presentan esta alteración (6).

El abordaje terapéutico del pie plano flexible en la población pediátrica continúa siendo un tema de controversia en el área de fisioterapia, específicamente en lo que respecta al uso del ejercicio terapéutico. La falta de un enfoque oportuno y basado en evidencia puede incidir negativamente la biomecánica del pie, desarrollando alteraciones en la alineación del cuerpo y cambios en el patrón normal de la marcha. Cuando no se trata de manera adecuada esta alteración, puede provocar una sobrecarga de las estructuras musculoesqueléticas y dolor en toda la extremidad inferior. El ejercicio físico fue propuesto como alternativa al tratamiento de fisioterapia conservadora; Sin embargo, diferentes estudios son contradictorios respecto a su intensidad, dosificación y tipo de ejercicio. A pesar de ello, la evidencia demuestra que esta intervención puede reducir síntomas como el dolor, mejorar la alineación del arco longitudinal medial, optimizar la estructura del pie y prevenir complicaciones a largo plazo asociadas con el pie plano flexible (5,6).

En la actualidad diversas investigaciones señalan que los programas de ejercicio físico terapéutico, en especial aquellos enfocados al fortalecimiento de la musculatura intrínseca y extrínseca del tobillo y pie, que han sido ampliamente reconocidos como una estrategia no invasiva y accesible para el manejo de esta alteración. No obstante, la falta de consenso actual dificulta la toma de decisiones clínicas y limita la implementación de protocolos terapéuticos estandarizados. En base a esto, se debe analizar la evidencia científica disponible sobre el ejercicio físico como tratamiento fisioterapéutico en el paciente con pie plano flexible, para contribuir al desarrollo de intervenciones fundamentadas en la práctica basada en evidencia.

Con base en lo expuesto, el objetivo de la investigación es analizar los efectos del ejercicio físico en el paciente con pie plano flexible mediante una revisión bibliográfica para la población pediátrica.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Anatomía del pie

Los huesos del pie se clasifican en tres segmentos: el retropié (astrágalo y calcáneo), el mediopié (navicular, cuboides y los tres cuneiformes) y el antepié (metatarsianos y falanges).

Los huesos y ligamentos asociados forman tres arcos: el arco longitudinal medial, el arco longitudinal lateral y el arco transversal (7).

La estructura del arco del pie, especialmente el medial que es más alto que el lateral, es importante para absorber impactos, distribuir el peso, impulsar el cuerpo al caminar y brindar estabilidad, su curvatura varía con la carga. El pie plano es una afección en la que la curvatura del arco longitudinal medial es más plana de lo normal y toda la planta del pie entra en contacto casi completo o completo con el suelo (8).

La estabilidad del arco del pie depende de diversos ligamentos, como el deltoideo, la fascia plantar y el ligamento elástico. Los músculos extrínsecos, como el tibial anterior, el tibial posterior y el peroneo largo, estabilizan la articulación mediotarsiana y proporcionan soporte dinámico al arco longitudinal medial durante la fase de apoyo. Los músculos intrínsecos, como el abductor del dedo gordo y el flexor corto de los dedos, contribuyen a mantener la estabilidad del arco durante la fase de propulsión, asegurando un soporte estructural y funcional a lo largo de la marcha (9).

##### 2.1.1. Estructura ósea del pie.

El pie se considera una estructura dinámica más que un sistema estático, ya que distribuye el peso corporal de manera equilibrada entre las distintas áreas de apoyo. El segmento óseo se clasifica de la siguiente manera; Tarso: está formado por siete huesos, ubicados de adelante hacia atrás: tres cuñas, cuboides, navicular, astrágalo y calcáneo; Metatarso: constituido por cinco huesos largos llamados primero, segundo, tercero, cuarto y quinto metatarsiano; Falanges: las falanges están conformadas por catorce huesos llamados; falange proximal, media y distal a excepción del primer dedo que está formado por la falange proximal y distal. El segmento dorsal del pie se denomina empeine y la parte ventral planta. La movilidad del pie se da gracias a la acción de los músculos flexores y extensores (8).

### **2.1.2. Articulaciones del pie.**

Existen varias articulaciones en el pie, entre las más importantes se encuentra la articulación transversa del tarso y la articulación subastragalina, debido a que en estas se dan los movimientos de inversión y eversión del pie. Durante la marcha la articulación subastragalina proporciona armonía y adaptación al pie mientras este se encuentra en contacto con el suelo. Esto se explica por el movimiento de pronación, el cual facilita la adaptación a las irregularidades de la superficie y asiste a la absorción del impacto durante el choque de talón. Durante la supinación, el pie se vuelve más rígido, favoreciendo la propulsión en la fase final de la marcha (8).

En cuanto a las demás articulaciones del pie, estas son de menor tamaño y se encuentran enlazadas entre sí por la acción de los ligamentos, lo que limita su rango de movimiento individual. Los músculos, ligamentos y tendones, permiten movimientos sutiles que contribuyen a una adecuada estabilidad y al correcto funcionamiento del pie durante la carga de peso. Las articulaciones de los dedos, destaca la del hallux, la cual participa en la fase de propulsión durante la marcha.

### **2.1.3. Ligamentos del pie.**

Entre los principales ligamentos del pie se encuentran aquellos encargados de mantener los arcos plantares como el ligamento calcáneo navicular plantar, plantar largo y calcáneo cuboides plantar. De estos, el ligamento calcáneo navicular plantar reviste especial importancia, ya que su función es sostener la cabeza del astrágalo y aportar estabilidad a la articulación talocalcaneonavicular y el mantenimiento pasivo del arco longitudinal medial del pie (10). Los ligamentos desempeñan un papel fundamental en la conservación de los arcos plantares, evitando alteraciones en su altura, ya sea por disminución o aumento, lo que podría dar lugar a deformidades como el pie plano.

### **2.1.4. Músculos del pie.**

Los músculos del pie se dividen en dos grandes grupos en función de su ubicación y origen: músculos intrínsecos y extrínsecos. Son estructuras anatómicas que generan movimiento y cumplen funciones importantes en la estabilidad, la marcha y la mecánica del pie.

**Tabla 1. Músculos Extrínsecos**

<b>Músculo</b>	<b>Origen</b>	<b>Inserción</b>	<b>Función</b>	<b>Accionar en la marcha</b>
Tibial anterior	Cóndilo lateral de la tibia, dos tercios proximales de la cara de la tibia y membrana interósea	Cara medial e inferior del cuneiforme medial y base del primer metatarsiano	Dorsiflexión del tobillo Inversión del pie. Soporte del arco longitudinal	Participa en la fase de propulsión. Participa en la estabilidad del arco durante la fase terminal
Tibial posterior	Cara posterior de la tibia y peroné; membrana interósea	Tuberosidad del navicular, cuneiformes, cuboides y bases de metatarsianos II – IV	Flexión plantar Inversión del pie Controla la pronación del pie	Estabilización del arco longitudinal medial.
Peroneo largo	Desde la cabeza y la cara lateral	En la cara plantar del cuneiforme medial, así como en la base del primer metatarsiano.	Eversión del pie Plantiflexión Soporte del arco transversal	Importante en las fases de propulsión.
Peroneo corto	En dos tercios distales de la cara lateral del peroné	Tuberosidad de la base del quinto metatarsiano.	Eversión del pie Plantiflexión	
Sóleo	En la cara posterior de la cabeza del peroné, línea del sóleo y en la cara ubicada posteriormente de la tibia	En el calcáneo por medio del tendón de Aquiles	Plantiflexión del tobillo manteniendo la postura al estabilizar cada pierna sobre los pies	Es el principal motor de la propulsión
Gastrocnemio	Cóndilos medial y lateral del fémur	Calcáneo mediante el tendón de Aquiles	Flexión plantar	Participa en la fase de apoyo y propulsión.
Flexor largo del hallux	Se encuentra en los dos tercios distales de la cara posterior del peroné y la membrana interósea	Base de la falange distal del dedo hallux, en la cara plantar	Flexiona el dedo gordo, Flexión plantar del tobillo	Estabilización del antepié Empuje final

**Fuente:** Elaboración propia, a partir de (11).

**Tabla 2. Músculos Intrínsecos**

Músculo	Origen	Inserción	Función	Accionar en la Marcha
<b>Región Dorsal</b>				
Extensor corto del dedo gordo	Cara superior del calcáneo	Base de la falange proximal del hallux	Extender la articulación metatarsofalángica del primer dedo	
Extensor corto de los dedos	Cara superior del calcáneo	Tendones extensores de los dedos 2 – 4	Extensión de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas del segundo al cuarto dedo	
Durante la actividad funcional, estos músculos también colaboran con los extensores largo de los dedos y largo del dedo gordo, facilitando la elevación de los dedos del suelo durante la marcha (11).				
<b>Región Plantar</b>				
Abductor del hallux	Tuberosidad medial del calcáneo, aponeurosis plantar	Base de la falange proximal del hallux	Abduce y flexiona el hallux; Soporte del arco medial	Soporte del peso y la propulsión durante la fase de despegue.
Flexor corto de los dedos	Tuberosidad medial del calcáneo, aponeurosis plantar	Falanges medias de los dedos 2 – 5	Flexiona las articulaciones interfalángicas proximales de los dedos 2 – 5	Participa en la estabilidad del arco durante la fase terminal
Abductor del quinto dedo	Tuberosidad lateral del calcáneo	Base de la falange proximal del quinto dedo	Abduce y flexiona el quinto dedo; estabiliza el borde lateral del pie.	
Cuadrado plantar	Cara medial y lateral del calcáneo	Tendón del flexor largo de los dedos	Corrige la tracción del flexor largo de los dedos y la flexión.	
Lumbricales (4)	Tendones del flexor largo de los dedos	Expansiones dorsales de los dedos 2 – 5	Flexionan las metatarsofalángicas y extienden las interfalángicas	
Flexor corto del dedo gordo	Cuboides y cuneiforme lateral	Base de la falange proximal del hallux	Flexiona el hallux en la articulación metatarsofalángica	
Aductor del dedo gordo	Bases de metatarsianos 2 – 4 (cabeza oblicua) y	Base de la falange proximal del hallux	Aduce el hallux	Mantenimiento del arco transversal.

	ligamentos plantares (cabeza transversal)			
Flexor corto del quinto dedo	Base del quinto metatarsiano	Base de la falange proximal del quinto dedo	de la articulación metatarsofalángica	Flexiona el quinto dedo en la articulación metatarsofalángica
Interóseos plantares (3)	Caras mediales de metatarsianos 3 – 5	Bases de falanges proximales y expansiones dorsales	de los dedos y del segundo dedo y estabilización	Aducción de los dedos hacia el eje de la estabilidad durante la marcha
Interóseos dorsales (4)	Caras adyacentes de los metatarsianos			Abducción de los dedos y control de la estabilidad durante la marcha

**Fuente:** Elaboración propia, a partir de (11).

### 2.1.5. Musculatura complementaria en la estabilidad y alineación de la cadena cinética de la extremidad inferior.

**Glúteo medio:** controla la aducción y rotación interna del muslo, estabilizando la pelvis durante la marcha. Su activación adecuada reduce el valgo dinámico de la rodilla, lo que indirectamente disminuye la pronación del pie (9).

**Glúteo menor:** controla la estabilidad de la pelvis durante la fase de apoyo en la marcha, evitando el descenso contralateral y mantiene una alineación adecuada de la extremidad inferior (9).

**Glúteo mayor:** participa en la rotación externa de la extremidad inferior, favoreciendo una alineación adecuada y reduciendo la sobrepronación (9).

La debilidad de la musculatura glútea (glúteo mayor, medio y menor) se asocia con la pronación excesiva del pie (9). La reeducación de los patrones de activación de esta musculatura mejoran la estabilidad global de la extremidad inferior y adecuada alineación biomecánica, y disminuye la pronación del pie.

### 2.1.6. Arcos del pie.

Los huesos del pie conforman los arcos longitudinales y transversales, los cuales constituyen la bóveda plantar que absorbe los impactos durante la marcha y permiten soportar el peso corporal. El peso del cuerpo se transmite desde la tibia hacia el astrágalo posteriormente al

calcáneo; a su vez, se distribuye en sentido anterior e inferior, hacia las cabezas del segundo al quinto metatarsiano y finalmente hacia los huesos sesamoideos del Hallux (8).

Para que el pie funcione como una estructura rígida como flexible, los arcos plantares desempeñan un papel fundamental durante la marcha. Se distinguen dos arcos longitudinales (medial y lateral) y un arco transverso (12). El arco longitudinal medial, de mayor altura e importancia funcional, está conformado por el astrágalo, escafoides, las tres cuñas y los tres primeros metatarsianos, siendo la cabeza del astrágalo su elemento importante. Su mantenimiento depende, en parte, de la acción del músculo tibial anterior y del tendón del peroneo largo, que es el sostén dinámico. El arco longitudinal lateral es más aplanado y permanece en contacto con el suelo durante la posición bípeda; está conformado por el calcáneo, cuboides y los dos últimos metatarsianos. El arco transverso, orientado de medial a lateral, está formado por el cuboides, las cuñas y las bases de los metatarsianos. Los arcos longitudinales contribuyen al soporte del arco transverso.

Estas estructuras presentan una gran capacidad de adaptación, ya que se aplanan durante la carga en posición bípeda y recuperan su curvatura al disminuir el peso corporal, como ocurre en la posición sedente (12).

## **2.2. Biomecánica del pie**

Desde una perspectiva funcional, el esqueleto del pie se divide en tres segmentos principales. El retropié está compuesto por el astrágalo y el calcáneo o talón; el astrágalo se articula con la tibia y el peroné, desempeñando un papel fundamental en la estabilidad. El mediopié está integrado por el cuboides, el navicular y las tres cuñas, estructuras que conforman los arcos plantares y conectan el antepié con el retropié a través de los músculos y la fascia plantar. Por su parte, el antepié está formado por los cinco metatarsianos y las falanges (9).

Los huesos del pie no solo amortiguan las cargas de peso, sino que también resisten las fuerzas de torsión. En relación con los músculos, ligamentos y tendones, permiten las modificaciones fisiológicas del arco longitudinal. Durante la flexión plantar del retropié en contacto con la superficie, se produce un aplanamiento del arco, mientras que en la flexión dorsal ocurre el efecto contrario. En el antepié, en referencia al retropié, los movimientos de flexión plantar y dorsal generan una disminución y un aumento del arco longitudinal, respectivamente. Por ello, cualquier alteración en estas estructuras puede provocar disfunciones a nivel del pie (9,12).

### **2.3. Desarrollo del pie durante el crecimiento**

En neonatos y niños pequeños, el arco longitudinal medial se encuentra cubierto por una almohadilla grasa plantar, lo que da la apariencia de un pie plano. Esta estructura tiende a reducirse progresivamente entre los 2 y 5 años de edad, a medida que se desarrolla la marcha y madura la anatomía del pie (3). El pie plano flexible es frecuente en la infancia y se caracteriza por la presencia de un arco normal en ausencia de carga y su aplanamiento durante la fase de apoyo, con o sin presencia de sintomatología clínica.

Cuando los niños empiezan a caminar de manera autónoma las almohadillas grasas ubicadas en el medio pie disminuyen, puesto que la estructura del mismo se adapta al nuevo entorno lo que favorece la adquisición del arco longitudinal (3,8). Cabe mencionar que los infantes de 4 a 6 años deben realizar actividades que faciliten la adaptación de la pisada para prevenir la alteración o deterioro inoportuno, a su vez la evaluación del tipo del pie ayuda a enfocar los tratamientos para que no existan afectaciones en la morfología del mismo, de esta forma los jóvenes al alcanzar la edad de 12 o 13 años mantendrán una estructura madura y fortalecida en el arco plantar (12).

### **2.4. Marcha y sus fases**

La marcha humana es un proceso de locomoción mediante el cual el cuerpo se desplaza hacia delante en posición erguida, siendo su peso soportado alternativamente por ambos miembros inferiores (13).

Durante el desarrollo de la marcha los niños tardan aproximadamente entre 11 y 15 meses en aprender y desarrollar la marcha. El refinamiento y la normalización de un patrón de marcha requieren otros 4 a 5 años. Los niños de entre 6 y 7 años tendrán un patrón de marcha normalizado, similar al de los adultos, a lo largo de la vida existen cambios en la marcha (14).

El ciclo de la marcha se refiere a una secuencia de acontecimientos que ocurren entre repeticiones consecutivas de un mismo momento durante la zancada. Generalmente, se adopta como inicio del ciclo, el instante en que uno de los pies entra en contacto con el suelo, normalmente mediante del talón (13).

#### **2.4.1. Fases de la marcha.**

**Fase de apoyo (60%),** periodo en el cual el pie permanece en contacto con el suelo. Esta fase comienza con el contacto inicial y termina cuando el antepié se despegas del suelo.

- Fase de contacto inicial: consiste en posicionar el pie correctamente al entrar en contacto con el suelo.
- Fase inicial del apoyo o respuesta a la carga: consiste en mantener una progresión suave mientras se amortigua el descenso del cuerpo mediante el control de la flexión de la rodilla y del tobillo.
- Fase media para apoyo: se realiza en base al despegue de los dedos de un miembro contralateral, en donde la cadera y la rodilla de la extremidad de apoyo se fijan de manera estable, hasta que el cuerpo avance sobre un pie dando lugar al apoyo monopodal. Las estabilidades articulares se conservan mediante la estructura de ligamentos, disminuyendo las actividades musculares de los glúteos mayores, los cuádriceps y los isquiotibiales. Por otra parte, el sóleo asegura la articulación para que el tobillo y el tibial posterior en relación a los peroneos se mantengan estables para la condición del pie.
- Fase final del apoyo: proporciona la aceleración y asegurar una longitud de zancada adecuada, comienza cuando el cuerpo pasa la línea vertical. Los gemelos se unen al sóleo en el control de la dorsiflexión del tobillo, mientras que el tríceps sural se contrae ahora con potencia y el talón despegas del suelo.

**Fase de oscilación (40%),** etapa en la que el pie se encuentra en el aire mientras avanza, para prepararse para el siguiente apoyo. Esta fase comienza con el despegue del antepié y concluye cuando el pie vuelve a establecer contacto con el suelo.

- Fase previa a la oscilación
- Fase inicial de la oscilación: separación pie-suelo.
- Fase media de la oscilación: mantener la separación.
- Fase final de la oscilación: desacelerar la pierna y colocar adecuadamente el pie para el contacto con el suelo.

#### **2.4.2. Accionar del pie durante la marcha.**

Apoyo de talón o contacto inicial: el contacto con el suelo se realiza con la parte posterolateral del talón y posteriormente se apoyan el quinto y el primer metatarsiano

mientras el peso se transfiere de un pie a otro. El músculo principal que actúa es el tibial anterior (13,14).

Apoyo del pie completo o fase de soporte: coincide con la oscilación de la pierna contralateral que avanza para el siguiente apoyo. En esta etapa los arcos plantares experimentan mayores deformaciones y se activan músculos estabilizadores, especialmente el tibial posterior, junto con musculatura de la pierna y músculos intrínsecos del pie (13,14).

Apoyo del antepié o fase propulsiva: el tríceps sural se contrae para impulsar el cuerpo hacia adelante. Se produce la extensión progresiva del tobillo, el talón se despegas del suelo y aparece la flexión dorsal de los dedos. También participa el flexor propio del primer dedo (13,14).

## **PATOLOGÍA**

### **2.5. Pie plano flexible**

El pie plano flexible es una alteración caracterizada por la disminución o pérdida del arco longitudinal medial, asociada a una eversión excesiva durante la carga y a la abducción del antepié. Se considera una alteración frecuente en la población infantil y está relacionada principalmente con factores fisiológicos. El arco plantar se desarrolla durante los primeros cinco años de vida, desempeña un papel importante en la amortiguación del impacto de reacción al suelo y el soporte del peso corporal durante las actividades funcionales. A largo plazo; puede ocasionar dolor en la planta del pie, tobillos y rodillas, como consecuencia de la alteración en la formación del arco (6).

#### **2.5.1. Etiología.**

La laxitud de los músculos intrínsecos del pie, asociada a un inadecuado control neuromuscular, permite el aplanamiento del arco longitudinal medial durante las actividades de carga. Esta condición, conocida como pie plano flexible, presenta un origen multifactorial y, en la mayoría de los casos, cursa de forma asintomática en la población pediátrica. En determinadas situaciones puede evolucionar hacia un cuadro doloroso, requiriendo intervención fisioterapéutica para prevenir alteraciones funcionales a largo plazo (14).

### 2.5.2. Factores de riesgo.

Los bebés y niños pequeños presentan con frecuencia ausencia aparente del arco longitudinal medial debido a la laxitud ligamentaria; por ello, la mayoría de los casos de pie plano en la infancia son de tipo flexible. En esta alteración, el arco se visualiza en situaciones sin carga (cadena cinemática abierta) y desaparece durante la carga (cadena cinemática cerrada). Las modificaciones en la estructura del arco generan cambios biomecánicos en las extremidades inferiores.

La fuerza de los músculos del pie y del tobillo desempeña un papel importante en el soporte de la estructura del arco plantar y en la adecuada ejecución del movimiento (10). Los cambios posturales asociados al pie plano pueden ocasionar una disminución de la capacidad funcional, una reducción de la elasticidad de los tejidos blandos y alteraciones en el centro de gravedad corporal. El equilibrio postural se establece como un elemento indispensable para la coordinación motora (12).

El pie plano puede originarse por diversas causas, entre las que se incluyen la disfunción del tendón tibial posterior, la laxitud en el mediopié, la rotación externa del retropié y los traumatismos. Esto puede resultar en:

- Dolor y dificultad para la marcha.
- Alteraciones posturales

La debilidad de los músculos glúteos puede agravar el cuadro, al afectar la alineación de la extremidad inferior y una mayor pronación del pie (9).

#### 2.5.2.1. Factores que influyen en las presiones plantares.

- Peso: El aumento del peso corporal incrementa la presión sobre el antepié, lo que genera una mayor carga en esta zona. El sobrepeso y la obesidad se asocian con un mayor riesgo de desencadenar un pie plano, ya que el incremento del índice de masa corporal puede contribuir al aplanamiento del arco longitudinal medial (3).
- Edad: La presencia de pie plano varía en función de la edad, debido a los cambios progresivos en las estructuras óseas y ligamentarias, así como a la disminución de la hiperlaxitud ligamentaria y del tejido adiposo plantar. El pie plano patológico puede identificarse entre los 6 y 12 años (5).
- Sexo: La distribución de las presiones plantares no presentan una relación directa con el sexo; sin embargo, factores como el tipo de calzado pueden influir en el desarrollo del pie. El uso de calzado inadecuado, especialmente aquel con suelas rígidas o poco

flexibles, puede limitar la movilidad del pie y disminuir los estímulos necesarios para su desarrollo adecuado. Las mujeres son más laxas y tienden a utilizar un calzado menos fisiológico (4).

#### 2.5.2.2. Actividad física.

La actividad física constituye uno de los múltiples factores que influyen en el desarrollo del pie plano, debido a que interviene directamente en el fortalecimiento, desarrollo y funcionamiento de las estructuras musculoesqueléticas del pie. El arco longitudinal medial no depende únicamente de la configuración ósea, sino también del equilibrio adecuado entre músculos, ligamentos y control neuromuscular, elementos que se ven modulados por el nivel y tipo de actividad física realizada.

Se entiende por actividad física todo movimiento corporal producido por los músculos que implica un gasto energético. Esta incluye diversas acciones de la vida diaria, como marchar (caminar), jugar, realizar ejercicio o practicar deporte entre otras. Según Hernández (15), el movimiento corporal ayuda al mantenimiento de la salud física funcional del individuo.

#### **2.5.3. Accionar del pie plano flexible durante la marcha.**

Durante el ciclo de la marcha se presentan varias alteraciones biomecánicas:

- En el contacto inicial, el talón suele entrar en contacto con el suelo acompañado de una mayor pronación del retropié, lo que facilita el descenso del arco plantar.
- Durante la fase de apoyo, se produce un aumento de la pronación y del colapso del arco longitudinal medial. Esto genera una mayor movilidad del mediopié y una menor estabilidad para soportar el peso corporal, lo que obliga a una mayor participación de la musculatura estabilizadora del pie y la pierna.
- En la fase propulsiva, el pie plano flexible puede presentar menor eficiencia para generar impulso, ya que el pie permanece más tiempo en pronación y no logra una adecuada rigidez para actuar como una palanca eficaz durante el despegue.

Estas alteraciones pueden provocar cambios en la distribución de cargas y en la mecánica de la marcha, afectando la eficiencia del desplazamiento (16).

#### **2.5.4. Manifestaciones clínicas.**

Los arcos longitudinales del pie se observan cuando el talón se eleva (posición de puntillas) o en ausencia de carga, pero tiende a desaparecer al soportar el peso corporal. Los signos

característicos de esta alteración son la disminución o ausencia del arco longitudinal medial, eversión excesiva durante la carga y abducción del antepié (1). En algunos casos, pueden presentar síntomas como dolor en el retropié, fatiga muscular, alteraciones en la marcha y desequilibrios posturales que afectan la funcionalidad general del niño.

## 2.6. Examen físico

La evaluación clínica constituye una parte fundamental del diagnóstico y de la valoración funcional, especialmente en la población pediátrica. Según Huang, autor de la literatura ortopédica y pediátrica, esta evaluación no se limita solo a observar la ausencia del arco plantar, sino que implica una exploración estructurada en distintos planos y posiciones, con el fin de diferenciar el pie plano flexible de otras variantes o deformidades rígidas (10). Durante el examen físico, tanto en estática como en carga, el fisioterapeuta observa al paciente en bipedestación para identificar signos característicos como el colapso del arco longitudinal medial, abducción del antepié y valgo del retropié.

### 2.6.1. Exploración física.

La exploración física incluye la inspección, palpación, la evaluación de la amplitud de movimiento, la fuerza muscular y la marcha. Los hallazgos deben compararse con los de la extremidad contralateral (3).

**Inspección:** El examinador debe evaluar al paciente tanto en posición de carga como sin carga. Durante la valoración, el paciente puede presentar sobrepronación. La observación desde una vista posterior identifica el signo de los “dedos supernumerarios”, así como la presencia de valgo del calcáneo. Se deben comparar ambos pies para detectar posibles asimetrías, los pacientes con pie plano también pueden presentar hallux valgus (juanete) y dedos en martillo (3).



**Figura 1.** Examen del pie plano flexible

\* Tomado de: J Moore, DPM, FACFAS. Examen del pie plano flexible StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; [Internet]. 2026. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430802/figure/article-27063>.

**Palpación:** El examinador debe palpar el tendón tibial posterior, la región lateral del retropié, la fascia plantar y la articulación subastragalina. Puede evidenciarse dolor en cualquiera de estas estructuras anatómicas, incluso en las etapas iniciales (3).

**Amplitud de movimiento:** Las pruebas de amplitud de movimiento diferencian entre pie plano flexible y rígido. La flexibilidad también puede evaluarse mediante la maniobra de Hubscher o prueba de Jack, que determina si la deformidad es reducible. La valoración de la articulación subastragalina distingue entre una coalición tarsiana y una osteoartritis secundaria en un pie plano. La presencia de El dolor o la limitación del movimiento en estas exploraciones puede requerir estudios diagnósticos complementarios (3).

**Fuerza muscular:** La fuerza muscular puede evaluarse solicitando al paciente la realización de elevaciones de talón unipodales y bipodales. La fuerza del tendón tibial posterior se puede valorar mediante la inversión del pie contra resistencia. La presencia de dolor a lo largo de este tendón o la incapacidad para realizar la elevación de talón pueden sugerir disfunción del tendón tibial posterior asociada al pie plano (3).

**Marcha:** Durante la deambulación, el paciente puede presentar una marcha antiálgica y es posible observar una sobrepronación, acompañado de mecanismos compensatorios a nivel de la rodilla y la cadera (3).

### 2.6.2. Evaluación antropométrica de la disposición del pie.

La evaluación analiza la alineación y orientación de los distintos segmentos del pie en condiciones estáticas y dinámicas. Según Shih, la correcta disposición depende del equilibrio entre las estructuras óseas, musculares y ligamentarias, siendo especialmente relevante la posición del retropié, mediopié y antepié durante la bipedestación y la marcha (6).

La alineación del pie también se examina en descarga y se identifica la flexibilidad de la deformidad. El autor Rusu menciona que en los pies planos flexibles la forma lineal del arco y del retropié puede mejorarse al eliminarse las cargas en diferenciación de la deformidad rígida (8).

De esta forma los enfoques antropométricos caracterizan los tipos de pie basándose en mediciones directas de los puntos superficiales anatómicos y en la prominencia ósea, con el objetivo de detallar la perspectiva estructural incluyendo los arcos longitudinales mediales. Los huesos naviculares sobresalen visualmente representando los puntos más elevados para conocer el tamaño del arco en correspondencia de la base de apoyo.

La prueba de caída del navicular consiste en localizar la tuberosidad del navicular en condiciones sin carga y posteriormente con carga parcial del 50% del peso corporal, para luego medir la salida del hueso en el plano sagital mediante un instrumento de medición una regla (17).

### 2.6.3. Test específicos del pie plano flexible.

#### 2.6.3.1. Test de Jack.

El test de Jack también conocido como prueba o maniobra de Hubscher es aquella que sirve para la evaluación del nivel de flexibilidad en los pies de característica plana. La prueba se elabora mediante la dorsiflexión pasiva del hallux en la posición de carga, activando los mecanismos de Windlass poniendo en evidencia la elevación natural del arco medial longitudinalmente. El paciente se encontrará en bipedestación para observar la elevación de los arcos plantares. La observancia de esta alteración corresponde al pie plano flexible y su ausencia determina las alteraciones de tipo rígidas (18).



**Figura 2.** Test de Jack. Elaboración propia con uso de la IA.

#### 2.6.3.2. Huella plantar.

La huella plantar es la impresión que se obtiene al apoyar el peso corporal sobre el pie, reflejando de manera gráfica sus estructuras anatómicas. Su análisis clasifica el tipo de pie, ya que esta tipificación varía en función de factores que influyen en la presión plantar, como

la edad, el sexo y el peso corporal (10). A partir de la huella plantar, se pueden calcular diferentes índices, como el índice del arco, el cual es descrito por Cavanagh y Rodgers en 1987, así como el índice de Staheli, considerado un parámetro cuantitativo para la evaluación del arco longitudinal medial del pie (19).

### 2.6.3.3. Índice del arco.

El método fue descrito por Cavanagh y Rodgers en 1987, y constituye una de las técnicas más utilizadas en la literatura debido a su alta fiabilidad, así como a su precisión en la evaluación del arco longitudinal del pie. El autor McCrory ha señalado su validez, indicando que este índice puede explicar aproximadamente el 50% de la variabilidad en la altura del arco longitudinal medial.

El índice del arco se define como la relación entre las diferentes zonas de soporte de carga de la huella plantar, excluyendo las falanges. Para su cálculo, la huella se divide en tres segmentos iguales (antepié, mediopié y retropié), trazando una línea desde la región del segundo metatarsiano hasta el talón (4).

Fórmula:  $IA = B / (A+B+C)$

A = antepié

B = mediopié

C = retropié

Este índice clasifica el tipo de pie en normal o patológico. Se considera un pie normal cuando el índice se encuentra entre 0,21 y 0,26, mientras que valores superiores a 0,26 indican la presencia de pie plano flexible.



**Figura 3.** Índice del arco. Elaboración propia con uso de la IA

### 2.6.3.4. Índice de Staheli

El Índice de Staheli es considerado una herramienta complementaria que debe interpretarse junto con otros hallazgos clínicos del examen físico y pruebas funcionales del pie. Fue

descrito por Staheli, Chew y Corbett, quienes lo propusieron como un método sencillo, y fiable para identificar alteraciones en la morfología del arco plantar (19).

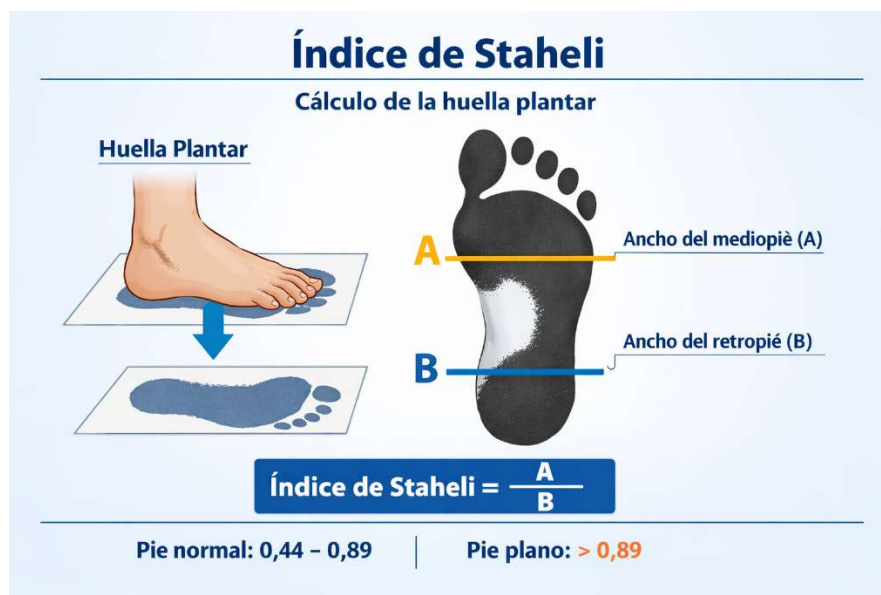
Este índice se basa en la relación entre el ancho del mediopié y el ancho del retropié, medidos sobre la huella plantar en condiciones de carga. Para su cálculo, se traza una línea transversal en la zona de mayor contacto del mediopié (A) y otra en la región de mayor anchura del talón (B).

El índice se obtiene mediante la siguiente fórmula:  $I.S = A/B$

Según Staheli, valores elevados del índice indican un aumento del área de apoyo medial, lo que se asocia con pie plano flexible; mientras que valores bajos se relacionan con un arco plantar elevado o pie cavo. Este índice ha demostrado ser útil para diferenciar entre pies normales y patológicos, así como para el seguimiento de la evolución del arco plantar durante el crecimiento (19).

De acuerdo con la literatura, los valores de referencia más utilizados son:

- Pie normal: 0,44 – 0,89
- Pie plano: > 0,89
- Pie cavo: < 0,44



**Figura 4.** Índice de Staheli. Elaboración propia con uso de la IA

## 2.7. Tratamiento fisioterapéutico

El tratamiento fisioterapéutico en el pie plano flexible es fundamental y ha demostrado resultados favorables. Existen diversos ejercicios terapéuticos que participan en el desarrollo

del arco plantar en población pediátrica (20). Los niños con pie plano flexible requieren un mayor trabajo muscular para soportar y movilizar su peso corporal. El ejercicio físico, se centra en el fortalecimiento de la musculatura intrínseca y extrínseca del pie, control postural, estimulación propioceptiva y la normalización de los patrones de apoyo y marcha. El protocolo fisioterapéutico debe incluir una adecuada dosificación del ejercicio, especificando la frecuencia, intensidad, duración y progresión, con el fin de garantizar una intervención segura y efectiva. Los ejercicios deben realizarse de manera progresiva y funcional, favoreciendo la participación activa del paciente y promoviendo su integración en las actividades físicas de la vida diaria.

### **2.7.1. Ejercicio físico terapéutico**

El ejercicio físico terapéutico establece ejercicios dinámicos que activan la musculatura intrínseca y extrínseca del pie, mejora la función biomecánica durante la bipedestación y la marcha. Diversos estudios evidencian que los programas de ejercicios contribuyen al fortalecimiento de las estructuras internas del pie, generan mejoras significativas en la caída del escafoides, la estabilidad postural y funcionalidad a largo plazo, especialmente en la población pediátrica y juvenil (9). Una adecuada alineación corporal, disminuye el riesgo de desarrollar alteraciones secundarias, como dolor en las rodillas o en la región lumbar.

#### **2.7.1.1. Dosificación del ejercicio terapéutico**

La dosificación del ejercicio terapéutico en el pie plano flexible muestra cierta variabilidad en la literatura; sin embargo, la mayoría de los estudios coinciden en programas con una duración de cinco a seis semanas, con una frecuencia de tres a seis sesiones semanales. Las sesiones suelen tener una duración aproximada de 20 a 45 minutos, combinando ejercicios supervisados y práctica domiciliaria (22).

En el caso del short foot exercise, se reporta una dosificación frecuente de tres series de 10 repeticiones, realizadas diariamente o al menos cinco veces por semana, con progresión gradual hacia la ejecución en bipedestación y durante actividades funcionales (23). Los ejercicios de fortalecimiento del tibial posterior y de la musculatura de la pantorrilla suelen prescribirse durante 20 a 30 minutos por sesión, cinco veces por semana, mostrando resultados significativos tras seis semanas de intervención (24).

La evidencia determina que una adecuada progresión de la carga, el control técnico del ejercicio y la continuidad del programa son factores determinantes para lograr adaptaciones estructurales y funcionales sostenibles en el tiempo (23).

**Tabla 3. Ejercicios Terapéuticos**

<b>Ejercicio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Músculos Comprometidos</b>	<b>Beneficio</b>
<b>Ejercicios de fortalecimiento de la musculatura intrínseca</b>			
Short foot exercise	Consiste en acortar el pie llevando la cabeza del primer metatarsiano hacia el calcáneo sin flexionar los dedos, manteniendo el apoyo plantar completo.	Abductor del hallux Flexor corto de los dedos.	Mejora la altura del arco longitudinal medial y reduce la caída del escafoides durante actividades funcionales.
Ejercicio de agarre	Recoger objetos pequeños con los dedos de los pies.		Fortalecimiento de la musculatura.
<b>Ejercicios de fortalecimiento de la musculatura extrínseca</b>			
Dorsiflexión	El pie se eleva acercado al dorso hacia la tibia.	Tibial anterior Extensores largos de los dedos Hallux	Mejora el control del tobillo en la fase de contacto inicial de la marcha y la alineación del pie.
Flexión plantar activa del tobillo	El pie se dirige hacia caudal, alejando la planta de la tibia,	Gastrocnemio Sóleo Tibial posterior Peroneos.	Incrementa la potencia en la propulsión de la marcha mejorando los soportes y estabilidad del arco y retropié.
Elevación del talón con las rodillas extendidas	Apoyo en el antepié.	Sóleo Gastrocnemio	Control de la pronación mediante la estabilización del retropié.
Movimiento hacia craneal o elevación del talón con las rodillas en flexión	Disminuye la intervención del gastrocnemio.	Sóleo	Fortalece la resistencia muscular y la estabilidad postural en la fase de apoyo.
<b>Ejercicios de fortalecimiento para musculatura glútea</b>			
Puente glúteos	Decúbito supino, se elevan las caderas desde el suelo	Glúteo mayor Glúteo medio	Mejor alineación de la extremidad

	manteniendo los pies apoyados y las rodillas flexionadas, formando una línea recta entre hombros, caderas y rodillas.	Isquiotibiales Core	inferior, reduciendo el valgo de rodilla.
Sentadillas	Se flexionan caderas y rodillas descendiendo el cuerpo, manteniendo la espalda recta y los pies apoyados en el suelo.	Glúteo mayor Glúteo medio Cuádriceps Isquiotibiales Core	Alineación de cadera, rodilla y tobillo, esto disminuye el valgo y pronación excesiva.
Extensión de cadera	Se extiende la cadera llevando la pierna hacia atrás desde posición de apoyo (cuadrúpeda o de pie), manteniendo el tronco estable.	Glúteo mayor Glúteo medio Isquiotibiales	Adecuada alineación de la cadena cinética.

**Fuente:** Elaboración propia, a partir de (9) y (21).



**Figura 5.** Ejercicios para la Musculatura Extrínseca del Pie. Elaboración propia con uso de la IA.

**Tabla 4. Ejercicios Complementarios**

Ejercicios	Descripción	Resultado	Beneficios
Entrenamiento sensoriomotor Equilibrio	Se realiza sobre superficies estables como el suelo y colchonetas, e inestables como el bosu, discos de equilibrio y cojines propioceptivos.	Estimula los mecanorreceptores plantares	Mejora la integración propioceptiva. Estabilidad postural estática y dinámica. Estabilidad del retropié. Control del mediopié.

	Combinación con ejercicios de pie corto.	Activación coordinada de la musculatura del pie.
<b>Programas Funcionales</b>		
Entrenamiento rítmico de la marcha	Práctica de la marcha siguiendo un ritmo visual o auditivo. Puede incluir el uso de metrónomo, señales sonora o patrones marcados en el suelo.	Regula la cadencia, longitud del paso y la coordinación entre las extremidades. Automatización del patrón de marcha. Mejora la sincronización muscular. Optimiza las fases de apoyo y propulsión.

**Fuente:** Elaboración propia, a partir de (21) y (22).

#### 2.7.1.2. Contraindicaciones

- Dolor agudo intenso en el pie o tobillo, se limita la carga, debido a que primero se debe manejar el dolor antes de ejercitar.
- Fascitis plantar en fase aguda, los ejercicios de carga pueden agravar la inflamación si no se dosifican correctamente.
- Lesiones recientes como fractura, esguinces o cirugías, se requiere de reposo relativo o protocolo específico de rehabilitación (9).

#### 2.7.2. Intervención fisioterapéutica complementaria.

Las intervenciones fisioterapéuticas complementarias son importantes para mejorar los resultados terapéuticos. Varios estudios coinciden en que la complementación de actividades multidisciplinarias, el entrenamiento funcional, los hábitos alimenticios adecuados y la reeducación del tipo de marcha ayuda a disminuir las consecuencias de la altura del arco y la inestabilidad en los pies. (24).

De igual forma, la utilización de las ortesis plantares o las técnicas en donde se vendan los pies con enfoque neuromuscular demuestra beneficios evidentes en la disminución de los dolores y las mejoras en el control dinámico funcional. Estas modalidades deben considerarse como recursos complementarios, ya que sus efectos son principalmente transitorios si no se acompañan de un adecuado fortalecimiento activo de la musculatura del pie (34).

## 2.8. Fisioterapia innovadora

La evidencia científica actual, según Brijwasi, respalda de manera consistente el uso del ejercicio físico terapéutico para el tratamiento del pie plano flexible. Los programas de intervención se enfocan en el fortalecimiento de la musculatura intrínseca y extrínseca del pie, así como en la mejora de la alineación y estabilidad de la cadena cinética (9).

Hoy en día, los programas que involucran rehabilitaciones y protocolos para realizar ejercicios basados en el respaldo y fundamento científico de Rehbody y Brijwasi aseguran las mejoras de las personas con pie plano. Esto a su vez, requiere una preevaluación para tener un diagnóstico específico e individualizado para que cada tratamiento terapéutico tenga la personalización adecuada. De igual manera, es importante el control a largo plazo para garantizar el cumplimiento de actividades y por consiguiente la obtención de metas establecidas, favoreciendo de esta forma a la calidad de vida de los niños.

Se ha evidenciado según el estudio de Brijwasi que los programas de ejercicio bien dosificados y aplicados de forma progresiva, con una duración de 30 minutos, tres veces por semana durante un periodo de seis semanas, favorecen la activación neuromuscular, el desarrollo de la propiocepción y la estabilidad dinámica, aspectos importantes para el mantenimiento activo del arco plantar durante las actividades de la vida diaria.

El uso de plataforma de rehabilitación en línea como RehBody, optimiza la programación y el seguimiento de los ejercicios terapéuticos; gracias a su avanzada tecnología de IA, la plataforma guía a los pacientes en la correcta ejecución de los ejercicios mediante indicaciones claras y en tiempo real.

La programación de ejercicios incluye lo siguiente:

- Ejercicios de dorsiflexión y flexión plantar activa de tobillo.
- Ejercicios intrínsecos del pie, enfocados en el abductor hallucis, flexor digitorum brevis y el quadratus plantae.
- Ejercicios de fortalecimiento de la musculatura glútea.
- Short foot exercise (ejercicio de pie corto).

Estos ejercicios terapéuticos se progresan cada dos semanas mediante cambios en la posición (sedestación, bipedestación y apoyo monopodal), así como mediante el aumento del tiempo de ejecución o del número de repeticiones.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño de Investigación

La investigación se desarrolló bajo un diseño bibliográfico, basado en el análisis de artículos científicos y ensayos clínicos aleatorizados publicados en revistas indexadas en bases de datos científicas. Estos documentos fueron seleccionados por su aporte al conocimiento sobre los efectos del ejercicio físico terapéutico en la población pediátrica con pie plano flexible.

#### 3.2. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo documental, ya que se fundamenta en la recopilación, análisis e interpretación de artículos científicos obtenidos de fuentes bibliográficas. La información fue seleccionada considerando su relevancia clínica, su relación directa con las dos variables del estudio y su publicación en los últimos ocho años.

#### 3.3. Nivel de Investigación

La investigación se desarrolló con un nivel descriptivo, ya que los documentos analizados proporcionaron los fundamentos teóricos y científicos necesarios para caracterizar elementos importantes como definiciones, manifestaciones clínicas, enfoques terapéuticos y los efectos del ejercicio físico terapéutico en la población pediátrica con pie plano flexible, estos aportes constituyeron la base teórica del estudio.

#### 3.4. Método de Investigación

El estudio se realizó en base al método inductivo, el cual permite la elaboración de revisiones documentales en consideración a los análisis interpretativos de la información recolectada sobre el pie plano flexible. Luego de identificar los artículos y documentos científicos pertinentes se procede a generar conclusión acorde al objetivo del presente estudio, detallando los beneficios de los ejercicios en las poblaciones de pediatría, poniendo en evidencia la importancia y necesidad del enfoque de fisioterapia.

### **3.5. Enfoque de Investigación**

Se utilizó el enfoque cualitativo para detallar de forma organizada los resultados obtenidos de la revisión científica y permitir la interpretación analítica de los mismos, en particularidades al tema investigado sobre los ejercicios físicos y su efecto en el pie plano en población pediátrica.

### **3.6. Según la Cronología de la Investigación**

La investigación fue retrospectiva, sustentada en la revisión de información y datos previamente publicados. Para ello, se analizaron estudios de diversos autores disponibles en bases de datos científicos gratuitos, accesibles y confiables, seleccionando artículos publicados en los últimos ocho años (2018 - 2025), con el fin de garantizar la actualidad y calidad de la información analizada.

### **3.7. Técnicas de Recolección de Datos**

#### **3.7.1. Estrategias de búsqueda.**

Se utilizó la técnica de revisión bibliográfica constituyendo la búsqueda, selección y descarga de documentos pertinentes al tema estudiado para la consiguiente exposición de resultados de forma sistemática. Como estrategia de búsqueda se incluyeron palabras clave, filtros, operadores booleanos y limitadores para asegurar la pertinencia de la información.

#### **3.7.2. Base de datos.**

La búsqueda se realizó en bases de datos científicas de acceso libre, como PEDro, PubMed y Google Académico, así como en bases de datos de acceso institucional como Scopus, las cuales ofrecen una amplia cobertura de literatura científica en el ámbito de la salud y la rehabilitación.

Los instrumentos que se emplearon en la búsqueda son términos normalizados correspondientes a las categorías MeSH (Medical Subject Headings) del área de la salud, entre los que se incluyeron: “Flat foot”, “flexible flat foot”, “Physical therapy”, “rehabilitation”, “orthosis”, “exercise therapy”, “stretching exercise” y “strengthening exercise”, combinados mediante los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT”.

### **3.8. Población**

Se identificaron 65 artículos en las diferentes bases de datos, los cuales resultaron pertinentes al tema de investigación.

### **3.9. Muestra**

Tras el proceso de búsqueda, identificación, selección y eliminación de la literatura científica disponible, la muestra quedó conformada por 25 ensayos clínicos aleatorizados que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos.

### **3.10. Métodos de Análisis y Procesamiento de Datos**

#### **3.10.1. Métodos de análisis.**

Con respecto al preanálisis, se realizó una evaluación metodológica de los estudios mediante la escala de Physiotherapy Evidence Database (PEDro), herramienta específica para la evaluación de ensayos clínicos en fisioterapia, fundamentada en los principios de la medicina basada en la evidencia. La estrategia de búsqueda utilizada fue de: (physiotherapy OR "physical therapy" OR orthosis OR exercise) AND ("flexible flat foot" OR "flatfoot").

#### **3.10.2. Criterios de inclusión**

- Ensayos clínicos aleatorizados que tengan información sobre los efectos del ejercicio físico terapéutico en población pediátrica con pie plano flexible.
- Artículos científicos que fueron publicados en el periodo 2018 - 2025.
- Artículos científicos con disponibilidad de acceso al contenido completo.
- Artículos científicos accesibles en idioma español e inglés.
- Artículos científicos con cumplimiento de los criterios establecidos en la escala PEDro.

#### **3.10.3. Criterios de exclusión**

- Artículos científicos que no tienen visibilidad del texto completo.
- Artículos científicos que no tienen información relacionada al tema.
- Artículos científicos que no corresponden a los objetivos del estudio.
- Artículos científicos con carencia de aplicación clínica.

#### **3.10.4. Procesamiento de Datos.**

El proceso de información se elaboró por medio de los parámetros Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta Analyses (PRISMA) incluyendo investigaciones de alto impacto científico.

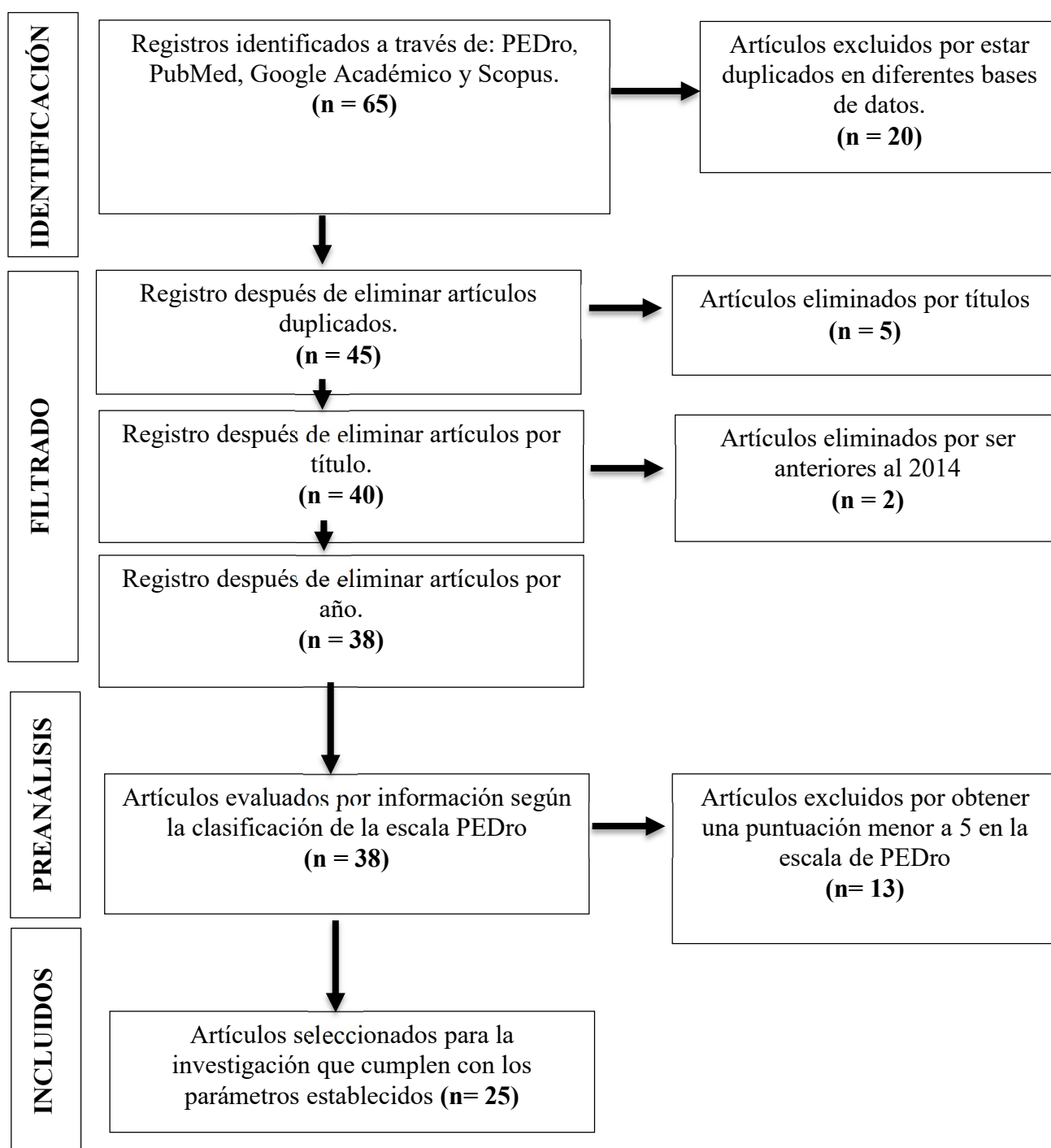
Por consiguiente, se determina el proceso del método PRISMA utilizado:

**Identificación:** Primeramente, se elaboró la búsqueda en sitios de divulgación científica como Google académico, Pedro, Scopus y PubMed, evidenciándose 65 documentos. Luego se realizó la eliminación de 20 artículos repetidos dando como resultado 45 investigaciones.

**Filtrado:** En la fase de filtrado se revisó los datos referenciales y el resumen de cada investigación, excluyendo 5 documentos por la falta de cumplimiento de criterios de inclusión. Después se descartaron 2 artículos a causa de su año de publicación concerniente al 2014, permaneciendo 38 documentos.

**Pre análisis:** Se realizó la evaluación en base a la escala PEDro para conocer la calidad de la metodología de los estudios, en donde se excluyó 13 documentos a causa de no obtener la calificación mínima, manteniéndose 33 artículos científicos.

**Inclusión:** En consecuencia, se obtuvo una selección de 25 artículos que evidenciaron un cumplimiento de los criterios establecidos y los parámetros estudiados.



**Elaborado por:** Erika Cruz

**Figura 6.** Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección

Adaptado de: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Moher D. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic reviews*. 2021; 10(1): 1-11.

### 3.11. Análisis de artículos según la escala de PEDro

**Tabla 5.** Valoración de la calidad metodológica de los estudios controlados aleatorizados (ECA's) mediante la Escala PEDro

Nº	AUTOR/AÑO	TÍTULO ORIGINAL	TÍTULO TRADUCIDO	BASE CIENTÍFICA	CALIFICACIÓN PEDro
1	Dal Lago, J. 2021 (1)	Treatment of Pediatric Flexible Flatfoot with Subtalar Arthroereisis: Functional and Radiographic Results	Tratamiento del pie plano flexible pediátrico con artroereisis subastragalina: resultados funcionales y radiográficos.	Scopus	8/10
2	Sativani, Z, 2020 (2)	Foot Strengthening Exercise on Postural Balance and Functional Ability of Foot on Children 6-10 Years Old with Flexible Flatfoot	Ejercicio de fortalecimiento del pie para mejorar el equilibrio postural y la capacidad funcional del pie en niños de 6 a 10 años con pie plano flexible.	Google Académico	8/10
3	Molina, C. 2024 (5)	Efficacy of Functional Re-Education as a Treatment for Infantile Flexible Flatfoot: Systematic Review	Eficacia de la reeducación funcional como tratamiento para el pie plano flexible infantil: revisión sistemática.	PubMed	7/10

4	Mahendrayani L 2022 (6)	Effect of Foot Muscle Strengthening to Increase Dynamic Balance in Children with Flexible Flatfoot	Efecto del fortalecimiento de los músculos del pie para aumentar el equilibrio dinámico en niños con pie plano flexible.	PubMed	8/10
5	Putri, S. 2021 (7)	Comprehensive Physiotherapy Program Improves the Medial Longitudinal Arch of a Male Adolescent with Bilateral Flexible Flat Foot: A Case Report	Un programa integral de fisioterapia mejora el arco longitudinal medial de un adolescente varón con pie plano flexible bilateral: informe de un caso.	PubMed	8/10
6	Rusu, L. 2022 (8)	Monitoring the Role of Physical Activity in Children with Flat Feet by Assessing Subtalar Flexibility and Plantar Arch Index	Monitorización del papel de la actividad física en niños con pies planos mediante la evaluación de la flexibilidad subastragalina y el índice del arco plantar.	PubMed	8/10
7	Brijwasi, T. 2022 (9)	A comprehensive exercise program improves foot	Un programa de ejercicios integral mejora la alineación	PubMed	8/10

		alignment in people with flexible flat foot: randomised trial	del pie en personas con pie plano flexible: un ensayo aleatorizado.		
<b>8</b>	García, J. 2023 (16)	Flexible flat feet in childhood: influence of inappropriate footwear	Pie plano flexible en la infancia: influencia negativa del uso del calzado inapropiado.	Scopus	7/10
<b>9</b>	Halabchi, F. 2023 (17)	Pediatric flexible flatfoot: clinical aspects and algorithmic approach.	Pie plano flexible pediátrico: aspectos clínicos y enfoque algorítmico.	PubMed	7/10
<b>10</b>	Jiménez, J. 2023 (18)	Relación entre el equilibrio y la presencia de pie plano en niños en edad escolar.	Relationship between balance and the presence of flat feet in school-aged children	PubMed	7/10
<b>11</b>	Zarali, A. 2024 (20)	The effects of combined exercises, short foot exercises, and short foot exercises with isometric hip abduction on navicular drop, static parameters, and	Efectos de ejercicios combinados, ejercicios cortos para el pie y ejercicios cortos para el pie con abducción isométrica de cadera sobre el descenso del	PEDro	8/10

		postural sway in women with flat foot: A randomized trial	hueso navicular, parámetros estáticos y oscilación postural en mujeres con pie plano: un ensayo aleatorizado.		
<b>12</b>	Park, J. 2024 (21)	Effects of Rhythm Step Training on Foot and Lower Limb Balance in Children and Adolescents with Flat Feet: A Radiographic Analysis	Efectos del entrenamiento de pasos rítmicos sobre el equilibrio del pie y las extremidades inferiores en niños y adolescentes con pies planos: un análisis radiográfico.	Google Académico	8/10
<b>13</b>	Luna, D. 2021 (23)	Effect of Incorporating Short-Foot Exercises in the Balance Rehabilitation of Flat Foot: A Randomized Controlled Trial	Efecto de incorporar ejercicios de pie corto en la rehabilitación del equilibrio del pie plano: un ensayo controlado aleatorizado.	PEDro	6/10
<b>14</b>	Karthika, N. 2022 (24)	Efficacy of Tibialis Posterior Strengthening Exercise with Obesity Reduction Program	Eficacia del ejercicio de fortalecimiento del tibial posterior con un programa	PubMed	7/10

		in Flexible Flatfoot among Obese School Children	de reducción de la obesidad en el pie plano flexible entre escolares obesos		
<b>15</b>	Sharath, H. 2020 (26)	Effects of barefoot walking on the flat foot in school going children: A Randomised control trial	Efectos de caminar descalzo sobre el pie plano en niños en edad escolar: un ensayo controlado aleatorizado.	Scopus	8/10
<b>16</b>	Elsayed, W. 2023 (27)	Efecto combinado de ejercicios cortos para los pies y ortesis en el pie plano flexible sintomático: un ensayo controlado aleatorizado	Combined effect of short foot exercises and orthotics on symptomatic flexible flatfoot: a randomized controlled trial	PubMed	7/10
<b>17</b>	Yurt, Y. 2019 (28)	Efecto de diferentes ortesis plantares sobre el dolor y la calidad de vida relacionada con la salud en el pie plano flexible doloroso: un ensayo controlado aleatorizado	Effect of different plantar orthoses on pain and health-related quality of life in painful flexible flatfoot: a randomized controlled trial	PubMed	6/10

<b>18</b>	Priyanka, S. 2020 (29)	Anti Pronation Taping and Its Effect on Balance, Explosive Power and Agility of School Going Children with Flat Foot	Vendaje antipronación y su efecto en el equilibrio, la potencia explosiva y la agilidad de niños en edad escolar con pie plano.	PEdro	7/10
<b>19</b>	Kim, J. 2020 (30)	The effect of short foot exercise using visual feedback on the balance and accuracy of knee joint movement in subjects with flexible flatfoot	Efecto de ejercicios cortos para los pies con retroalimentación visual sobre el equilibrio y la precisión del movimiento de la articulación de la rodilla en sujetos con pie plano flexible.	PubMed	8/10
<b>20</b>	Yalfani, A. 2025 (31)	The effect of long-term use of anti-pronation orthoses on vertical ground reaction force in taekwondo athletes' girls with flexible flat foot: a randomized controlled trial	Efecto del uso prolongado de ortesis antipronación sobre la fuerza de reacción vertical del suelo en atletas de taekwondo femeninas con pie plano flexible: un ensayo controlado aleatorizado	PubMed	7/10

21	Nickpey, Z. 2025 (32)	Effects of kinesio tape on counter-movement jump kinetic variables in physically active females with flat feet before and after fatigue: a randomized controlled trial	Efectos de la cinta kinesiológica sobre las variables cinéticas del salto con contramovimiento en mujeres físicamente activas con pies planos antes y después de la fatiga: un ensayo controlado aleatorizado.	PubMed	8/10
22	Boryczka, A. 2023 (33)	Changes of the gait induced by two different conservative methods applied to correct flexible flat feet in children 5 to 9 years old: foot orthoses vs foot orthoses supplemented with Zukunft-Huber manual therapy	Cambios en la marcha inducidos por dos métodos conservadores diferentes aplicados para corregir pies planos flexibles en niños de 5 a 9 años: ortesis plantares frente a ortesis plantares complementadas con terapia manual de Zukunft-Huber.	PubMed	9/10

23	Moon, D. 2025 (34)	Effects of Home-Based Telerehabilitation on Foot Intrinsic Muscle Activity and Thickness in Individuals With Flat Feet	Efectos de la telerehabilitación domiciliaria sobre la actividad y el grosor de la musculatura intrínseca del pie en personas con pie plano.	PubMed	8/10
24	Faradilla, A. 2025 (35)	The Effect of Foot Strengthening Exercise on Static Balance in Children Aged 4 – 6 years with Flexible Flatfoot	Efecto de los ejercicios de fortalecimiento del pie sobre el equilibrio estático en niños de 4 a 6 años con pie plano flexible.	Google Académico	9/10
25	Ripdianawati, S. 2024 (36)	The Effect of Strengthening Exercise on Postural Balance and Functional Ability in Children with Flatfoot	Efecto del ejercicio de fortalecimiento sobre el equilibrio postural y la capacidad funcional en niños con pie plano.	Google Académico	9/10

**Fuente:** Investigación

**Elaborado por:** Erika Cruz

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

A continuación, se presentan los resultados sobre los efectos del ejercicio físico terapéutico en la población pediátrica con pie plano flexible, a partir del análisis de los artículos científicos incluidos en la investigación. Inicialmente, se describen las características demográficas de la población de estudio, seguida la clasificación de los abordajes clínicos terapéuticos.

##### 4.1.1. Datos sobre las características demográficas de la población de estudio.

**Tabla 6.** Variables demográficas: edad y sexo.

Nº	Autor	Edad	Sexo
1	(1)	9 - 15 años	No específica
2	(2)	6 – 10 años	No específica
3	(5)	14 años	No específica
6	(8)	8 – 11 años	Masculino y Femenino
9	(17)	8 – 13 años	Masculino
10	(18)	6 años	Femenino
15	(26)	6 – 14 años	Masculino y Femenino
20	(31)	13 -14 años	Femenino

22	(33)	5 – 9 años	No especifica
23	(35)	4 -6 años	No especifica

Fuente: Elaboración propia a partir de los artículos científicos presentados en la Tabla 6.

Elaborado por: Erika Cruz

De los artículos analizados en la Tabla 2, la población de estudio presenta edades comprendidas entre los 4 - 15 años, con un predominio en niños de edad escolar, lo que indica que el pie plano flexible es más frecuente en estas etapas del desarrollo. En cuanto al sexo, existe una distribución variable, ya que algunos estudios incluyen participantes de ambos sexos, mientras que otros se centran únicamente en población masculina o femenina, e incluso varios no especifican esta característica. Esto especifica la heterogeneidad en las variables demográficas de lo analizado.

#### 4.1.2. Datos sobre la clasificación de los enfoques terapéuticos y abordajes clínicos en el pie plano flexible.

**Tabla 7.** Estudios sobre ejercicios terapéuticos y fortalecimiento muscular.

Nº	Autor	Población	Variable	Intervención	Dosificación	Resultados
2	(2)	N = 30 Grupo caso = 15 Grupo control = 15	Equilibrio postural (estático y dinámico) Capacidad funcional del pie	Ejercicios de fortalecimiento del pie (heel raises y toe curl)	de 3 veces por semana durante 4 semanas; heel raises 3 series de 10 repeticiones; toe curl 5 repeticiones con 15 segundos de resistencia.	Mejora significativa en el equilibrio postural y la capacidad funcional del pie (p=0,000), evidenciando la efectividad del programa de ejercicios.

4	(6)	N = 13 Grupo control = 13	Equilibrio dinámico	Ejercicios de fortalecimiento de los músculos del pie.	de 3 veces por semana durante 6 semanas.	Mejora significativa del equilibrio dinámico (de $1,46 \pm 0,776$ a $2,62 \pm 0,870$ ; $p=0,001$ ), demostrando la efectividad del fortalecimiento muscular.
7	(9)	N = 52 Grupo experimental: 26 Grupo control: 26	Altura del arco drop navicular Ángulo del arco longitudinal medial	Programa íntegro de ejercicios: dorsiflexión, flexión plantar, short foot, fortalecimiento de glúteos y estiramientos.	30 min, 3 veces por cada semana durante 6 semanas.	Mejora significativa en la altura del arco ( $\downarrow 0,4$ cm en navicular drop) e incremento del ángulo del arco ( $+16^\circ$ ), superior al grupo de control.
11	(20)	Grupos por serie de ejercicios. N = 45 CEs = 15 SFEs = 15 SFEs + IHA = 15	Caída navicular Estabilidad postural Presión plantar	Ejercicios correctivos Short foot exercises SFEs con activación de abductors de cadera	6 veces por semana durante 6 semana (3 sesiones supervisadas + 3 domiciliarias); duración de 30 a 45 min.	Mejoras significativas en la caída navicular y estabilidad postural en los tres grupos, siendo más efectivo el grupo SFEs + IHA.

				mediante bada elástica.		
<b>12</b>	(21)	Grupos por serie de ejercicios. N = 160 GFFT = 80 GRST = 80	Ángulo Q, ángulo calcáneo (CPA) Ángulo calcáneo– primer metatarsiano (CFMA) Relación navicular– cuboides (OR)	Entrenamiento generalizado para pie plano (GFFT) Entrenamiento en base al ritmo y salto (RST)	1 vez cada semana durante 12 semanas; en sesiones de 50 minutos (5 min para calentamiento, 40 min por ejercicio, 5 min para la vuelta a la calma)	Los dos grupos mejoraron de forma significativa, pero el grupo RST demostró mayor mejoría en la alineación del miembro inferior y estructura del arco plantar.
<b>13</b>	(23)	Grupos por serie de ejercicios. N = 32 GSMT = 16 GSFE = 16	Equilibrio estático (CoP) Equilibrio dinámico (Y Balance Test) Reflejo H (Hmax/Mmax)	Entrenamiento sensoriomotor (SMT) SMT combinado con ejercicios de pie corto (SFE)	3 veces cada semana por 6 semanas (18 sesiones); SMT: 3 series de 10 repeticiones o 30 s por ejercicio; SFE: 5 min (20 repeticiones) antes del entrenamiento	Los dos grupos mejoraron, pero el grupo SMT + SFE exhibió mayor mejoría en el equilibrio dinámico, especialmente en las direcciones posteromedial y posterolateral; no hubo diferencia significativa en el reflejo H entre los grupos.
<b>14</b>	(24)	N = 50	Índice del pie (FPI-6)	Fortalecimiento del tibial posterior	5 veces por semana por 6 semanas; TPSE: 30	Los dos grupos mejoraron significativamente pero, el

		Grupo A (TPSE + ORP = 25)	Altura del arco (CPA-Q)	(TPSE) + programa de reducción de obesidad (ORP) vs solo ORP	minutos cada sesión; ORP: 30 minutos de ejercicios aeróbicos moderados.	grupo TPSE + ORP demostró mayor mejoría en la altura del arco y función del pie ( $p < 0,05$ ), exponiendo mayor nivel de efectividad en el fortalecimiento específico.
<b>19</b>	(30)	N = 30 GPPF = 15 GPN = 15	Caída navicular (ND) Equilibrio estático y precisión del movimiento de la rodilla.	Ejercicios de pie corto (Short Foot Exercise - SFE) con retroalimentación mediante plantilla con cojín de aire.	5 días por semana durante 5 semanas; sesiones de 20 minutos; ejercicios en 5 posiciones progresivas con contracciones de 5 segundos y descanso de 5 segundos.	El grupo con pie plano mostró mejoras significativas en el equilibrio estático y en la precisión del movimiento de rodilla en cadena cerrada ( $p < 0,05$ ); no existieron cambios significativos en el grupo con pie normal.
<b>23</b>	(34)	N = 30 GMCE = 15 GSFMCE = 15	Actividad muscular (AbH, TA, GCM) mediante EMG, grosor del músculo AbH y equilibrio	Ejercicios de control motor (MCE) vs. ejercicios de control motor con	de 3 veces por semana durante 4 semanas; 10 ejercicios por sesión, 3 series de 10 repeticiones;	El grupo SFMCE mostró aumento significativo en la activación y grosor del músculo AbH, además de mejoras en el equilibrio

			dinámico (Y-Balance test)	énfasis en movimiento de pie corto (SFMCE), mediante telerehabilitación.	seguimiento online con supervisión fisioterapéutica.	dinámico (dirección posterolateral). Ambos grupos disminuyeron la actividad del GCM, pero SFMCE fue más efectivo.
<b>24</b>	(35)	N = 28 GC = 28	Equilibrio estático (Stork Stand Test) Ángulo de Clarke (huella plantar)	Ejercicios para el fortalecimiento del pie (foot strengthening exercise).	No se especificó el número de repeticiones y el tiempo específico, se aplicaron ejercicios con evaluaciones antes y después de la intervención.	Existieron mejoras en el equilibrio estático luego de la intervención, poniendo en evidencia el beneficio de la terapia con enfoque en el fortalecimiento muscular del pie en los niños con pie plano flexible.
<b>25</b>	(36)	N = 32 GC = 32	Equilibrio postural y capacidad funcional (evaluados mediante huella plantar y pruebas funcionales)	Ejercicios de fortalecimiento: heel raises, towel curl y ejercicios con balón.	de 3 veces cada semana por 4 semanas.	La implementación de ejercicios de fortalecimiento mejoran el equilibrio postural y la capacidad funcional de los niños con pie plano flexible.

Fuente: Elaboración propia a partir de los artículos científicos presentados en la Tabla 7.

Elaborado por: Erika Cruz

De los artículos analizados en la Tabla 3, se identifican estudios orientados a la aplicación de ejercicios terapéuticos y fortalecimiento muscular, entre las intervenciones más utilizadas, se identificó heel raises, toe curl, ejercicios de pie corto, enteramiento del tibial posterior y programas de control motor, los cuales evidencian mejoras en la altura del arco longitudinal medial, así como en la estabilidad y función del pie.

**Tabla 8.** Estudios sobre intervenciones complementarias y Fisioterapia integral.

Nº	Autor	Población	Variable	Intervención	Dosificación	Resultados
5	(7)	N = 1 GC = 1	Alineación del pie, arco longitudinal medial y postura del retropié	Programa integral de fisioterapia: ejercicios de estiramiento, fortalecimiento y entrenamiento de estabilidad central	No se especifica con exactitud la frecuencia total; se aplicó un programa fisioterapéutico de progresivo	Se evidenció mejoría en la alineación del pie y en el arco longitudinal medial, indicando efectos positivos del tratamiento conservador
16	(27)	N = 45 GSF = 15 GSFLE = 15 GC = 15	Función dinámica del pie durante la marcha (CPEI), movimiento del arco longitudinal medial, fuerza de músculos intrínsecos y descenso del navicular	Ejercicio de pie corto (SF) y ejercicio de pie corto combinado con entrenamiento de extremidades	Entrenamiento diario mediante telerehabilitación y programa domiciliario durante 6 semanas.	Ambos grupos de intervención (SF y SFLE) mostraron mejoras en la función dinámica del pie, fuerza muscular intrínseca y descenso del navicular. El grupo SFLE presentó

				inferiores (SFLE) vs grupo control.		mayores mejoras en el CPEI en comparación con SF y control.
<b>22</b>	(33)	N = 49 GH = 37 GM = 12	Parámetros cinemáticos y cinéticos de la marcha (análisis de marcha, momentos de fuerza y potencia articular).	Ortesis plantares (FOs) 2) Terapia manual + vendaje correctivo + ortesis plantares.	Uso progresivo de ortesis hasta $\geq 6$ horas diarias; terapia manual y vendaje aplicados de forma complementaria.	No existen cambios significativos en parámetros cinemáticos de la marcha. Sin embargo, se evidenciaron mejoras en parámetros cinéticos (momento de flexión de cadera, flexión plantar del tobillo y potencia), siendo más notorios en el grupo combinado.
<b>17</b>	(28)	N = 67 GCAD / CAM = 22 GCONVENCIONAL = 22 GPLACEBO = 23	Dolor (escala VAS) y calidad de vida relacionada con la salud.	Plantillas CAD/CAM vs plantillas convencionales vs plantillas placebo + programa de	Uso de plantillas + ejercicios en casa durante 8 semanas	Las plantillas CAD/CAM y convencionales redujeron significativamente el dolor en comparación con el placebo ( $p < 0,05$ ), sin diferencias entre ellas. Todos

				ejercicios domiciliarios.		los grupos mejoraron la calidad de vida, pero sin diferencias significativas entre grupos.
<b>20</b>	(31)	N = 30 GC = 30	componentes de la fuerza de reacción vertical del suelo (Fz1, Fz2, Fz3). Variable secundaria: descenso del navicular	Uso de ortesis anti-pronación prefabricadas de silicona (semi-rígidas, arco de 25 mm) en ambos pies	Uso continuo durante 3 meses en actividades diarias y entrenamiento (3 veces/semana, 1 hora por sesión)	Disminución significativa del navicular drop ( $p < 0.001$ ). Fz1 ↓ 18,88%, Fz2 ↓ 8,84%, Fz3 ↑ 13,61%. Cambios significativos ( $p < 0.001$ ). Alta adherencia (~100%)
<b>15</b>	(26)	N = 38 Grupo A = 19 Grupo B = 19	Arch Index y Oxford Foot and Ankle Questionnaire (OXFAQ-C)	Grupo A: caminar descalzo. Grupo B: caminar descalzo + ejercicios específicos de pie (towel-gathering, estiramiento de tendón de Aquiles,	45 min diarios, 5 veces por semana durante 8 semanas; ejercicios: 3 series de 10 repeticiones cada pie.	Grupo B demostró mejora significativa en OXFAQ y Arch Index desde la semana 3 a la semana 8 ( $p < 0,05$ ). Grupo A obtuvo un cambio significativo en OXFAQ en las semanas 7 y 8 ( $p < 0,05$ ), pero no en Arch Index. Los resultados indicaron que la

				separación de dedos, tibial posterior con banda de resistencia)		combinación de caminar descalzo y los ejercicios tiene mayor eficiencia que solo caminar en pies descalzos.
<b>18</b>	(29)	N = 30 GC = 30	Equilibrio, potencia explosiva y agilidad	Vendaje anti-pronación para los dos pies (kinesiotaping)	Aplicación de vendajes por 4 semanas, reemplazando cada 3 o 4 días según las necesidades, y se realizó durante actividades físicas escolares y ejercicios de entrenamiento	Luego de 4 semanas, el grupo con vendaje demostró una mejora significativa en el equilibrio, la potencia explosiva y la agilidad en relación con el grupo control (p<0,05) que este último no tuvo cambios.
<b>21</b>	(32)	N = 46 GC = 46	Primarias: variables derivadas de la fuerza de reacción vertical del suelo (vGRF) durante	Kinesiotaping (KT) en aplicación del arco medial y transversal + facilitación del	Una aplicación cada sesión, cinta adherida 20 a 30 min antes de la prueba, en condiciones frescas y	Navicular drop: KT redujo 17.8% (p<0.001) vs. 0.9% en sham. Variables de salto (vGRF): no existieron diferencias entre KT y sham,

---

<p>salto vertical con tibia posterior vs. fatigadas en sesiones pero la fatiga effect que contramovimiento. sham tape (cinta separadas (diseño produjo aumentos (CMJ): fuerza máxima colocada sin cross-over, dos significativos en fuerza excéntrica y tensión, fuera del sesiones por cada excéntrica (+5.5%), fuerza concéntrica, potencia, arco y de los participante). concéntrica (+6.5%), RFD RFD, RSI, stiffness, músculos). concéntrica (+25.4%), RSI altura de salto. (+17.1%), stiffness Secundaria: navicular excéntrica (+36.2%), landing drop (alineación stiffness (+17.1%) y estática del pie). reducción de altura de salto (-8.5%) (p&lt;0.05).</p>	
---	--

---

Fuente: Elaboración propia a partir de los artículos científicos presentados en la Tabla 8.

Elaborado por: Erika Cruz

De los artículos analizados en la Tabla 4, se identifican estudios que abordan intervenciones terapéuticas combinadas, como los ejercicios de pie corto junto con el entrenamiento de miembro inferior, así como el uso de ortesis plantares en combinación con terapia manual, las cuales evidencian mejoras en la alineación de pie y la función durante la marcha. Los estudios incluyeron la utilización de ortesis plantares, plantillas CAD/ CAM, convencionales y ortesis antipronación con resultados que ponen en evidencia el aumento en las condiciones biomecánicas, la disminución de dolores, los descensos naviculares y el incremento en la fortaleza de propulsión. Otros estudios abordaron terapias complementarias que combinan ejercicios como la marcha con pies descalzos, la utilización de vendajes antipronación y kinesiotaping determinando también su utilidad positiva en la capacidad funcional de cada pie, en el arco, el equilibrio y el estado físico.

**Tabla 9.** Estudios observacionales, factores asociados y tratamiento quirúrgico.

<b>N°</b>	<b>Autor</b>	<b>Población</b>	<b>Variable</b>	<b>Intervención</b>	<b>Dosificación / Duración</b>	<b>Resultados</b>
1	(1)	N = 41	Variables funcionales y radiográficas de pie plano, evaluadas por el Oxford Ankle Foot Questionnaire for Children (OxAFQ-C) y ángulos radiográficos (talonavicular, talocalcaneal, Moreau Costa-Bartani)	Arthroereisis subtalar: colocación de un implante cilíndrico en la articulación subtalar para limitar la eversión y restaurar el arco plantar.	Realización de evaluación preoperatoria postoperatoria 6 meses seguimiento.	de Todos los pacientes demostraron mejoras radiográficas en la alineación del pie y desarrollo funcional amplio en la participación escolar sobre las actividades físicas. También existió mejoría en el estado emocional y disminución de los problemas con el calzado tras las cirugías, cabe mencionar que existieron pocos eventos adversos postoperatorios reportados.
3	(5)	N = 419	Pie plano flexible: morfología del arco, síntomas funcionales y estabilidad	Reeducación funcional con ejercicios de fortalecimiento y estiramiento de musculatura intrínseca	30–60 min por sesión, 2–5 veces cada semana, con una duración de 4 a 16 semanas;	La reeducación funcional mostró mejorías significativas en signo y síntomas de pie plano flexible en la mayoría de los ensayos, especialmente cuando los ejercicios

				y extrínseca del pie, supervisado por se combinaron con otros tratamientos ejercicios correctivos, profesionales de conservadores (ortesis, polimetría, caminata salud. electroterapia, reducción de peso) pies descalzos y combinaciones con comparado con ejercicios aislados. otros tratamientos Ejercicios de musculatura intrínseca como ortesis o tendieron a producir mejores electroterapia resultados en el desarrollo del arco plantar.		
6	(8)	N = 30 GCH = 17 GCM = 13	Subtalar flexibility y Plantar arch index evaluados estática y dinámicamente	Grupo 1: Programa de fisioterapia con ejercicios de pie (incluye short foot exercises). Grupo 2: mismos ejercicios más plantillas semirrígidas personalizadas.	30 min por sesión, 3 veces cada semana durante 12 semanas.	Los dos grupos demostraron mejoras con la disminución de subtalar flexibility y del plantar arch index en ambos pies. El Grupo 2 demostró una disminución mayor del subtalar flexibility, aunque no hubo existieron varianzas estadísticamente significativas en plantar arch index entre los grupos.
8	(16)	N = 20	Función del pie, marcha, deformidad de valgo	Exposición por el uso de calzado	No cuantificado	El zapato inadecuado contribuye a la adaptación biomecánica negativa y al

				inapropiado como chancletas		empeoramiento de la función del pie plano.
<b>10</b>	(18)	N = 31	Presencia de pie plano (flexible/ rígido) y equilibrio dinámico	Prueba del pie plano con plantoscopio y pruebas de Jack pie plano flexible y Rodríguez Fonseca pie plano rígido; equilibrio dinámico evaluado con la Prueba de coordinación de Körper (KTK) y cuestionario de sintomatología asociada	Estudio transversal retrospectivo	El 61% presentó pie plano 68% de tipo flexible y 57% con afección del equilibrio dinámico encontrándose relaciones significativas entre los pies planos y los deterioros de equilibrio p=0,000, esto indica que los niños que tienen pie plano también presentan mayores probabilidades de presentar dificultades en el control del equilibrio.

Fuente: Elaboración propia a partir de los artículos científicos presentados en la Tabla 9.

Elaborado por: Erika Cruz

De los artículos analizados en la Tabla 7, se identifican estudios que abordan diversas estrategias, incluyendo intervenciones quirúrgicas como la artroeresis subastragalina, programas de reeducación funcional, combinaciones de fisioterapia con ortesis plantares, así como factores asociados,

como el uso de calzado inadecuado y su relación con el equilibrio. Estas intervenciones evidencian mejoras en la alineación, función, estabilidad y sintomatología destacándose una mayor efectividad en las intervenciones combinadas.

## 4.2. Discusión

El pie plano flexible es una alteración postural frecuente en la población pediátrica entre los 4 a 15 años, caracterizada por la disminución o ausencia del arco longitudinal medial en carga, con recuperación del mismo en descarga. Según Putri (7), se presenta comúnmente durante las etapas tempranas del desarrollo, especialmente en niños en edad escolar, debido a la inmadurez del sistema musculoesquelético, la laxitud ligamentaria y el insuficiente control neuromuscular. Los resultados obtenidos en la presente revisión de Brijwasi (9) evidencian que la población de estudio se encuentra comprendida entre los 4 a 15 años, lo cual coincide con etapas críticas del desarrollo del arco plantar, en las que las intervenciones terapéuticas pueden generar cambios estructurales y funcionales.

Los enfoques terapéuticos, múltiples estudios analizados coinciden en que el ejercicio terapéutico constituye una de las estrategias más efectivas para el manejo del pie plano flexible en población pediátrica. Autores como Sativani, Mahendrayani, Rahim y Ripdianawati (2, 6, 35, 36) concuerdan en que los programas de fortalecimiento muscular, que incluyen ejercicios como elevaciones de talón (heel raises), flexión de dedos (toe curl) y ejercicios de fortalecimiento intrínseco y extrínseco del pie, generan mejoras significativas en el equilibrio postural y la capacidad funcional. En cuanto a la dosificación, estos autores coinciden en la aplicación de programas con una frecuencia de tres veces por semana durante un periodo de 4 a 6 semanas. Estos hallazgos evidencian que el fortalecimiento muscular contribuye directamente a la estabilización del arco plantar y al control postural, elementos fundamentales en la corrección de esta alteración.

Otros estudios amplían esta perspectiva al demostrar que los ejercicios específicos dirigidos al control del arco, como el short foot exercises (SFE), presentan una mayor eficacia en comparación con ejercicios generales. Por otra parte, los autores Zarali, Park, Elsayed y Kim (20, 21, 27, 30) evidencian mejoras significativas en la caída del navicular, estabilidad postural y función dinámica del pie. En términos de dosificación, estos autores presentan mayor variabilidad: desde programas intensivos de 5 a 6 días por semana durante 5 a 6 semanas (20, 30), hasta intervenciones de menor frecuencia, pero mayor duración total, como 12 semanas (21). Además, el estudio de Zarali (20) destaca una combinación de sesiones supervisadas y domiciliarias (6 veces por semana, 30–45 minutos), lo que podría explicar los mejores resultados observados en comparación con protocolos menos intensivos. Se puede inferir que una mayor frecuencia semanal podría potenciar los efectos del entrenamiento, especialmente cuando se combina con activación de musculatura

proximal, como los abductores de cadera, lo que respalda un abordaje integral en el tratamiento del pie plano flexible.

Desde una perspectiva crítica, algunos autores sostienen que los programas integrales que combinan diferentes tipos de ejercicio, como fortalecimiento, estiramiento, control motor y entrenamiento sensoriomotor, generan efectos superiores en comparación con intervenciones aisladas. Los autores Brijwasi, Luna, Karthika y Moon (9, 23, 24, 34) demuestran mejoras significativas no solo en la altura del arco longitudinal medial, sino también en variables como el equilibrio dinámico, la activación muscular y la coordinación neuromuscular. Por lo que respecta a la dosificación, existe coincidencia en protocolos de 3 a 5 veces por semana durante 6 semanas, con sesiones de aproximadamente 30 minutos.

El uso de ortesis plantares ha sido ampliamente estudiado como una alternativa terapéutica en el manejo del pie plano flexible. Autores como Yurt, Yalfani y Boryezka (28, 31, 33) coinciden en que las plantillas, tanto personalizadas como prefabricadas, contribuyen a la reducción del dolor y a la mejora de parámetros biomecánicos, como la disminución del navicular drop y la modificación de las fuerzas de reacción del suelo. En términos de dosificación, estos dispositivos presentan un enfoque diferente, basado en el uso continuo diario, que puede variar desde igual o superior a 6 horas al día (33) hasta su utilización durante 3 meses en actividades cotidianas y entrenamiento físico (31). Sin embargo, desde una perspectiva crítica, estos dispositivos actúan principalmente de manera pasiva, proporcionando soporte estructural.

Estudios comparativos evidencian que las intervenciones combinadas, que integran el uso de ortesis con programas de ejercicio terapéutico, presentan mayores beneficios en comparación con el uso exclusivo de plantillas. El autor Rusu (8) demuestra que la combinación de fisioterapia con ortesis plantares, aplicada con una dosificación de 30 minutos por sesión, 3 veces por semana durante 12 semanas, genera mejoras superiores en la función del pie, la estabilidad y la alineación estructural. Esto podría explicarse por el efecto sinérgico entre el soporte mecánico proporcionado por la ortesis y la adaptación neuromuscular inducida por el ejercicio, una corrección más integral y sostenida; sin embargo, otras intervenciones complementarias como el kinesiotaping y la marcha descalza han mostrado efectos positivos en el tratamiento del pie plano flexible. Los autores Priyanka y Nickpey (29, 32) evidencian mejoras en el equilibrio, la agilidad y la alineación del pie. La dosificación en estos casos varía desde aplicaciones continuas durante 4 semanas con reemplazo periódico del vendaje (29), tras la aplicación de vendaje antipronación y

programas combinados de ejercicio, lo que determina que estas técnicas pueden actuar como facilitadores del control neuromuscular. Por otra parte, programas que combinan marcha descalza con ejercicio terapéutico (26) muestran una dosificación más intensiva de 45 minutos diarios, 5 veces por semana durante 8 semanas, evidenciando que mayores volúmenes de práctica se asocian con mejores resultados funcionales.

Es importante considerar los factores asociados a la progresión del pie plano flexible, estudios observacionales como el de Jiménez (18) evidencian que esta alteración no solo afecta la estructura del pie, sino también el rendimiento funcional del individuo. Los factores externos como el uso de calzado inadecuado, descrito por García (16), pueden contribuir a alteraciones biomecánicas que agravan esta alteración, lo que resalta la importancia de la educación y prevención en la población pediátrica. En esta línea, el autor Molina (5), destaca la efectividad de programas de reeducación funcional, que integran ejercicios de fortalecimiento, estiramiento de musculatura intrínseca y extrínseca del pie, y caminata descalza, evidenciando mejoras significativas en la sintomatología y función del pie con una dosificación variable entre 4 a 16 semanas, 2 a 5 veces por semana y sesiones de 30 a 60 minutos, evidenciando que intervenciones más prolongadas tienden a generar efectos más sostenidos en el tiempo.

Las intervenciones quirúrgicas, como la artroeresis subastragalina, Dal Lago (1) reporta mejoras significativas en la alineación del pie y en la funcionalidad; sin embargo, este tipo de abordaje se reserva para casos severos o que no responde al tratamiento conservador. La evidencia analizada respalda el uso prioritario de estrategias conservadoras, especialmente el ejercicio terapéutico, como primera línea de tratamiento.

Desde la perspectiva de la fisioterapia, los hallazgos de esta revisión destacan la importancia de un abordaje integral, basado en el ejercicio terapéutico como el fortalecimiento muscular, el control motor y la reeducación funcional, con el objetivo de mejorar la estructura y función del pie. En términos de dosificación, se muestra un consenso general en programas de 3 a 5 sesiones por semana durante al menos 6 semanas, aunque algunos autores proponen intervenciones más prolongadas (hasta 12 semanas o más) para potenciar los resultados. La implementación de programas terapéuticos adecuados corrige alteraciones biomecánicas, y previene complicaciones futuras, mejorando el rendimiento físico y optimizando la calidad de vida de la población pediátrica con pie plano flexible.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusión

El pie plano flexible es una alteración común en edades de entre 4 a 15 años, asociada al proceso de desarrollo y a la debilidad muscular, que puede afectar la estabilidad del pie y la marcha, puede provocar alteraciones musculoesqueléticas a largo plazo si no se trata a tiempo. El ejercicio físico terapéutico se posiciona como una de las intervenciones más eficientes, debido al fortalecimiento muscular y el entrenamiento sensoriomotor mejoran el arco longitudinal, la alineación del pie y la estabilidad postural; contribuyendo así a una mejor calidad de vida y desempeño en sus actividades diarias.

La evidencia revisada respalda, la importancia de la intervención fisioterapéutica que se enfoca en corregir las alteraciones funcionales del pie por medio de un enfoque activo y progresivo, para mejorar el patrón normal de la marcha en la población pediátrica con pie plano flexible. Este enfoque se basa en la aplicación de programas de ejercicio terapéutico, como el short foot exercise en la musculatura intrínseca, fortalecimiento de los músculos extrínsecos, musculatura glútea y ejercicios de agarre; que han demostrado efectos positivos en la reducción de la caída del hueso navicular, la optimización de los patrones de la marcha, el desarrollo adecuado del arco plantar y el control de la pronación excesiva. Su efectividad, con intervenciones de 5 a 6 semanas, con una repetición de 3 a 6 sesiones semanales de 20 a 45 minutos, aplicadas de forma progresiva y controlada.

La combinación del ejercicio terapéutico con intervenciones complementarias y Fisioterapia integral, como el uso de ortesis plantares o el vendaje neuromuscular, puede potenciar los resultados clínicos, en la reducción del dolor y el mejor control dinámico; sin embargo, estos efectos suelen ser temporales si no se acompañan de un programa activo de fortalecimiento muscular.

## **5.2.Recomendación**

- Aplicar criterios de calidad en el análisis de fuentes científicas, especialmente en estudios de intervención en sanitaria, garantizando el cumplimiento ético y la relevancia en la investigación en Fisioterapia como disciplina de la Salud.
- Promover la investigación sobre la intervención temprana de fisioterapia para la población pediátrica, en especial en edad infantil, en las que el arco plantar aún está en desarrollo, para prevenir alteraciones biomecánicas y mejorar la funcionalidad del pie durante el crecimiento.
- Impulsar la educación a padres y cuidadores sobre la importancia del uso de calzado adecuado, ejercicio físico y la práctica de actividades que estimulen el desarrollo del pie, para favorecer la adherencia al tratamiento y la prevención de complicaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Dal Lago J, Iglesias S, García Osso L, Levy E. Treatment of Pediatric Flexible Flatfoot with Subtalar Arthroereisis: Functional and Radiographic Results. *Interamerican Journal of Health Sciences* [Internet]. 2021 [citado el 1 de junio de 2025];1:11-17. Disponible en: [doi.org/10.59471/ijhsc202112](https://doi.org/10.59471/ijhsc202112)
2. Sativani Z, Pahlawi R. Foot Strengthening Exercise on Postural Balance and Functional Ability of Foot on Children 6-10 Years Old with Flexible Flatfoot. *Jurnal Ilmiah Kesehatan* [Internet]. 2020 [citado el 5 de junio de 2025];2:99-107. Disponible en: [doi.org/10.36590/jika.v2i3.69](https://doi.org/10.36590/jika.v2i3.69)
3. Marc A, Dawood T, Juan K. Pie plano flexible pediátrico. *INH* [Internet]. 2023 [citado el 25 de octubre de 2025]; Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28613553/>
4. Balarezo E. Prevalencia del pie plano flexible en Ecuador. [Internet]. 2018 [citado el 6 de junio de 2025]; Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-206485>
5. Molina C, Banwell G, Álvarez F, Reinoso A, Pujol C, Medina J, Ramos L. Efficacy of Functional Re-Education as a Treatment for Infantile Flexible Flatfoot: Systematic Review [Internet]. 2024 [citado el 5 de junio de 2025]. [doi.org/10.3390/children12010008](https://doi.org/10.3390/children12010008). Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9067/12/1/8>
6. Mahendrayani L, Yoda K. Effect of Foot Muscle Strengthening to Increase Dynamic Balance in Children with Flexible Flatfoot. *N*[Internet]. 2022 [citado el 5 de junio de 2025]; 38-46. Disponible en: [doi.org/10.2991/978-2-494069-79-4\\_6](https://doi.org/10.2991/978-2-494069-79-4_6)
7. Putri S, Nabella Ch. Comprehensive Physiotherapy Program Improves the Medial Longitudinal Arch of a Male Adolescent with Bilateral Flexible Flat Foot: A Case Report. [Internet]. 2021. [citado el 15 de junio de 2025];2:54-60. Disponible en: <https://www.ptji.org/index.php/ptji/article/view/36/23>
8. Rusu L, Marin M, Geambesa M, Rusi M. Monitoring the Role of Physical Activity in Children with Flat Feet by Assessing Subtalar Flexibility and Plantar Arch Index. [Internet]. 2022. [citado el 8 de junio de 2025];9:1-15. Disponible en: [doi.org/10.3390/children9030427](https://doi.org/10.3390/children9030427)
9. Brijwasi T, Borkar P. A comprehensive exercise program improves foot alignment in people with flexible flat foot: a randomised trial. *J Physiother.* [Internet]. 2023. [citado

- el 8 de junio de 2025];69(1):42-46. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36526555/>
10. Dialnet. Tipificación de la huella plantar de escolares entre 6 y 8 años de edad de población urbana del municipio de pamplona. [Internet]. 2016. [citado el 8 de junio de 2025]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5156973.pdf>
  11. Shih Y, Chen C, Chen W, Lin H. Lower extremity kinematics in children with and without flexible flatfoot: a comparative study. [Internet]. 2022. [citado el 8 de junio de 2025]; 1-9. Disponible en: <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/13/31>
  12. Alruwalli B, Aljaffar A, Aldanyowi S. A Cross-sectional Study Investigating the Impact of Corrected Flatfeet on Children's Outcomes Assessing Gait and Pain Incidence among School-aged Children. [Internet]. 2024. [citado el 8 de junio de 2025]; 1-10. Disponible en: [https://journals.lww.com/atmr/fulltext/2024/04000/a\\_cross\\_sectional\\_study\\_investigating\\_the\\_impact.36.aspx](https://journals.lww.com/atmr/fulltext/2024/04000/a_cross_sectional_study_investigating_the_impact.36.aspx)
  13. Elliott B, Garbalosa J. Pie plano flexible: Efectos de las ortesis durante la marcha. [Internet]. 2016. [citado el 8 de junio de 2025]. Disponible en: <https://lermagazine.com/article/flexible-flat-foot-effects-of-orthoses-during-gait>
  14. Ian J. Kim, Michael J. Gallagher, Rebecca Ann Speckman. Biomecánica de la marcha normal. [Internet]. 2020. [citado el 8 de junio de 2025]. Disponible en: <https://now.aapmr.org/biomechanics-normal-gait/>
  15. Hernández, S. Anatomía de la pierna humana. In: 1st ed. [Internet]. pp.13-36. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/717163881/catarina-udlap-mx-u-dl-a-tales-documentos-lep-hernandez-s-f-capitulo2>
  16. García J, Domínguez M. Pie plano flexible en la infancia: influencia negativa del uso del calzado inapropiado. [Internet]. 2023. [citado el 8 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/4671/pdf>
  17. Halabchi F, Mazaheri R, Mirshahi M, Abbasiano L. Pie plano flexible pediátrico: aspectos clínicos y enfoque algorítmico. [Internet]. 2023. [citado el 8 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3684468/>
  18. Jiménez J, Landa R, Flores Z, Rodríguez G. Relación entre el equilibrio y la presencia de pie plano en niños en edad escolar. [Internet]. 2023. citado el 8 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://www.enfermeriacomunitaria.org/web/index.php/ridec/ridec-2023-volumen-16-numero-2/originales-3-relacion-entre-el-equilibrio-y-la-presencia-de-pie-plano-en-ninos-en-edad-escolar?utm\\_source](https://www.enfermeriacomunitaria.org/web/index.php/ridec/ridec-2023-volumen-16-numero-2/originales-3-relacion-entre-el-equilibrio-y-la-presencia-de-pie-plano-en-ninos-en-edad-escolar?utm_source)

19. Gómez A. Huella plantar. Tipos, cómo se analiza y qué dice sobre tus pies. [Internet]. 2024. [citado el 8 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.podoactiva.com/blog/que-dice-de-ti-tu-huella-plantar-y-como-se-puede-analizar>
20. Zarali A, Raeisi Z, Aminmahalati A. Efectos de ejercicios combinados, ejercicios de pie corto y ejercicios de pie corto con abducción isométrica de cadera sobre la caída del escafoides, los parámetros estáticos y el balanceo postural en mujeres con pie plano: Un ensayo aleatorizado. *BMC Sports Sci Med Rehabil* [Internet]. 2024;16(1):233. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s13102-024-01019-9>
21. Park JM, Min BC, Cho BC, Hwang KR, Kim MK, Lee JH. Efectos del entrenamiento rítmico de pasos en el equilibrio del pie y las extremidades inferiores en niños y adolescentes con pie plano: Un análisis radiográfico. *Medicina (Kaunas)* [Internet]. 2024;60(9):1420. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/medicina60091420>
22. Utsahachant N, Sakulsriprasert P, Sinsurin K, Jensen MP, Sungkue S. Efectos del ejercicio de pie corto combinado con entrenamiento de extremidades inferiores sobre la función dinámica del pie en personas con pie plano flexible: Un ensayo controlado aleatorizado. *Gait Posture* [Internet]. 2023; 104:109–15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.06.013>
23. Luna D, Jung J. Efecto de la incorporación de ejercicios para el pie corto en la rehabilitación del equilibrio del pie plano: Un ensayo controlado aleatorizado. *Healthcare (Basel)* [Internet]. 2021;9(10):1358. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/healthcare9101358>
24. Karthika N, Kumar RM, Kumar RVV, Vasanthan. Eficacia del ejercicio de fortalecimiento del tibial posterior con un programa de reducción de la obesidad en el pie plano flexible entre niños escolares obesos. [Internet]. 2022. Disponible en: <https://medicopublication.com/index.php/ijpot/article/view/18043/15861>
25. Tahmasbi A, Shadmehr A, Attarbashi Moghadam B, Fereydounnia S. ¿Tiene el vendaje neuromuscular del tibial posterior o del peroneo largo un efecto inmediato en la mejora de la postura del pie, el equilibrio dinámico y las variables biomecánicas en mujeres jóvenes con pie plano flexible? *Foot (Edinb)* [Internet]. 2023;56(102032):102032. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foot.2023.102032>

26. Sharath H, Chippala P. Efectos de caminar descalzo sobre el pie plano en niños en edad escolar: un ensayo de control aleatorio. [Internet]. 2020. Disponible en: <https://ijrps.com/v11si4/3682>
27. Elsayed W, Alotaibi S, Shaheen A, Farouk M, Farrag A. El efecto combinado de ejercicios de pie corto y ortesis en el pie plano flexible sintomático: un ensayo controlado aleatorizado. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2023;59(3):396–405. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37379736/>
28. Yurt Y, Şener G, Yakut Y. El efecto de diferentes ortesis de pie sobre el dolor y la calidad de vida relacionada con la salud en el pie plano flexible doloroso: un ensayo controlado aleatorizado. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2019;55(1):95–102. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29553223/>
29. Priyanka S, Murugan S. Vendaje antipronación y su efecto sobre el equilibrio, la potencia explosiva y la agilidad de niños en edad escolar con pie plan. [Internet]. 2020. Disponible en: <https://medicopublication.com/index.php/ijphrd/article/view/10197/9542>
30. Kim JS, Lee MY. Efecto del ejercicio de pie corto mediante retroalimentación visual en el equilibrio y la precisión del movimiento de la articulación de la rodilla en sujetos con pie plano flexible. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2020;99(13):e19260. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000019260>
31. Yalfani A, Ahmadi M, Asgarpoor A. The effect of long-term use of anti-pronation orthoses on vertical ground reaction force in taekwondo athletes' girls with flexible flat foot: a randomized controlled trial. [Internet]. 2025. 1824-7490, 1825-1234. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/392403914\\_The\\_effect\\_of\\_long-term\\_use\\_of\\_anti-pronation\\_orthoses\\_on\\_vertical\\_ground\\_reaction\\_force\\_in\\_taekwondo\\_athletes'\\_girls\\_with\\_flexible\\_flat\\_foot\\_a\\_randomized\\_controlled\\_trial#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/392403914_The_effect_of_long-term_use_of_anti-pronation_orthoses_on_vertical_ground_reaction_force_in_taekwondo_athletes'_girls_with_flexible_flat_foot_a_randomized_controlled_trial#fullTextFileContent)
32. Nickpey Z, Boozari S, Farjad A. Effects of kinesio tape on countermovement jump kinetic variables in physically active females with flat feet before and after fatigue: a randomized controlled trial. [Internet]. 2025. [citado el 8 de junio de 2025]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s13102-025-01355-4>
33. Boryczka A, Kalinoeska M, Szczerbik E, Stepowska J, Lukaszewska A, Syczewska M. Changes of the gait induced by two different conservative methods applied to correct

- flexible flat feet in children 5 to 9 years old: foot orthoses vs foot orthoses supplemented with Zukunft-Huber manual therapy. [Internet]. 2023. [citado el 8 de junio de 2025]; 15:239-248. doi.org/ 10.2478/bhk-2023-0029. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/374821833\\_Changes\\_of\\_the\\_gait\\_induced\\_by\\_two\\_different\\_conservative\\_methods\\_applied\\_to\\_correct\\_flexible\\_flat\\_feet\\_in\\_children\\_5\\_to\\_9\\_years\\_old\\_foot\\_orthoses\\_vs\\_foot\\_orthoses\\_supplemented\\_with\\_Zukunft-Huber\\_manu#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/374821833_Changes_of_the_gait_induced_by_two_different_conservative_methods_applied_to_correct_flexible_flat_feet_in_children_5_to_9_years_old_foot_orthoses_vs_foot_orthoses_supplemented_with_Zukunft-Huber_manu#fullTextFileContent)
34. Moon D, Kim J. Effects of Home-Based Telerehabilitation on Foot Intrinsic Muscle Activity and Thickness in Individuals With Flat Feet: A Preliminary Study. [Internet]. 2025. [citado el 8 de junio de 2025]. Disponible en: <https://japmaonline.org/view/journals/apms/115/1/22-178.pdf>
  35. Rahim A, Furqonah A, Yuliadarwati N. The Effect of Foot Strengthening Exercise on Static Balance in Children Aged 4 – 6 years with Flexible Flatfoot. [Internet]. 2025. [citado el 8 de junio de 2025]. Disponible en: <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/physiohs/article/download/41637/16914>
  36. Ripdianawati S, Ramadhani A. he Effect of Strengthening Exercise on Postural Balance and Functional Ability in Children with Flatfoot. [Internet]. 2024. [citado el 8 de junio de 2025]. Disponible en: <https://journals2.ums.ac.id/fisiomu/article/view/2558/2584>
  37. Tang C, Ng Ka, Lai J. Pie plano del adulto. [Internet]. 2020. [citado el 24 de abril de 2026]. Disponible en: [https://www.intramed.net/content/pie-plano-del-adulto?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.intramed.net/content/pie-plano-del-adulto?utm_source=chatgpt.com)
  38. Vergara E, Serrano R, Correa J, Molano A. Prevalencia de pie plano en edad escolar entre los 3 y los 10 años. Estudio de dos poblaciones geográficamente socialmente diferentes. [Internet]. 2022. [citado el 24 de abril de 2026]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4001940/>