



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

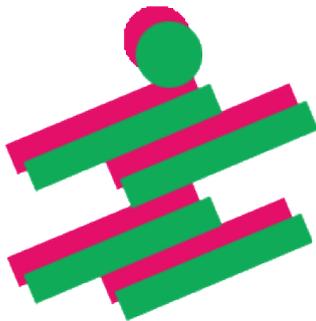
TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

EFFECTIVIDAD DEL EJERCICIO TERAPÉUTICO EN EL PIE PLANO

EFFECTIVENESS OF THERAPEUTIC EXERCISE IN FLATFOOT

EFFECTIVIDADE DO EXERCICIO TERAPÉUTICO NO PE PLANO



Facultad de Fisioterapia

Alumno: D. Jorge Cebey González

DNI: 45849501 J

Tutor: D. Francisco José Senín Caamargo

Convocatoria: Junio 2016

Índice

Resumen.....	4
Abstract.....	5
Resumo.....	6
1. Introducción.....	7
1.1 Tipo de trabajo.....	7
1.2 Motivación personal.....	7
2. Contextualización.....	8
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Justificación del trabajo.....	14
3. Objetivos.....	16
3.1 Pregunta de investigación.....	16
3.2 Objetivos.....	16
4. Material y métodos.....	17
4.1 Fecha y Bases de datos.....	17
4.2 Criterios de selección.....	17
4.3 Estrategia de búsqueda.....	18
4.4 Selección de artículos.....	21
4.5 Gestión de la bibliografía localizada.....	22
4.6 Variables de estudio.....	22
1.1 Niveles de evidencia.....	24
1.2 Grados de recomendación.....	24
5. Resultados.....	25
6. Discusión.....	35
7. Conclusiones.....	42
Bibliografía.....	43
ANEXOS.....	47

Índice de tablas

Tabla I: Clasificación de disfunción del tendón del tibial posterior	11
Tabla II: Estrategia de búsqueda utilizada en The Cochrane Library.	18
Tabla III: Estrategia de búsqueda utilizada en PEDro.....	18
Tabla IV: Estrategia de búsqueda utilizada en PubMed.....	19
Tabla V: Estrategia de búsqueda utilizada en Scopus.	19
Tabla VI: Estrategia de búsqueda utilizada en Sport Discus.	20
Tabla VII: Estrategia de búsqueda utilizada en Web Of Science.	20
Tabla VIII: descripción de las muestras	26
Tabla IX: ejercicios de fortalecimiento incluidos en cada artículo	30
Tabla X: características de los estudios	32

Índice de figuras

Figura 1: Diagrama de flujo de selección de artículos.....	21
--	----

Índice de abreviaturas

%CMV Porcentaje de Contracción Máxima Voluntaria

AAFD Adult Acquired Flat Foot Deformity

AbdH Abductor del Hallux

EMGs Electromiografía de Superficie

ET Ejercicio Terapéutico

EVA Escala Visual Analógica

FFI Foot Functional Index

FPI Foot Posture Index

IDCP Isometric Deep Compartment Posterior Strength

LOST Limit Of Stability Test

ND Navicular Drop Test

SFE Short Foot Exercise

Resumen

Introducción: el pie plano es un síndrome que combina múltiples alteraciones estáticas y dinámicas que tienen en común el aplanamiento del arco longitudinal interno. El tratamiento conservador consiste en la mayoría de las ocasiones en anti-inflamatorios no esteroideos, ortesis, crioterapia y reposo relativo, pero no suelen tener en cuenta el ejercicio terapéutico (ET) en el abordaje.

Objetivo: conocer la efectividad del ET en el tratamiento del pie plano

Material y métodos: se realiza una revisión bibliográfica en las bases de datos *The Cochrane Library, Pubmed, Scopus, PEDro, Sport Discus y Web Of Science*, incluyendo estudios publicados en los últimos 10 años que aborden el tratamiento del pie plano mediante la aplicación de un programa de ET. Esta revisión estudia las siguientes variables; dolor, morfología del pie, fuerza, equilibrio, funcionalidad, tipos de ejercicio y diseño del programa.

Resultados: en base a los criterios de selección establecidos en esta revisión, se analizan un total de 11 resultados. La muestra total de los ensayos seleccionados se compone de 831 sujetos. De estos artículos, 7 evalúan el efecto del ET sobre la fuerza, 5 sobre la morfología del pie, 4 valoran la funcionalidad, 3 miden los cambios en el dolor y 2 en el equilibrio.

Conclusiones: el ET es efectivo en el tratamiento de pacientes con pie plano, produciendo mejorías en el dolor, la morfología, el equilibrio, la fuerza y la funcionalidad. El ejercicio más empleado es el fortalecimiento del tibial posterior mediante aducción del pie y estiramiento del tríceps sural.

Palabras clave: pie plano, ejercicio, Fisioterapia, fortalecimiento.

Abstract

Introduction: flatfoot is a syndrome that combines multiple static and dynamic changes that have in common the flattening of the medial longitudinal arch. Conservative treatment consists in most times of anti-inflammatory drugs, orthotics, cryotherapy and relative rest, but no usually considerer therapeutic exercise (TE) in the approach.

Object: to determine the effectiveness of TE in flatfoot treatment.

Methods and Materials: a bibliographic research is elaborated in the databases; *The Cochrane Library, PubMed, Scopus, PEDro, Sport Discus* and *Web Of Science* including studies published in the last 10 years to address the treatment of flatfoot by implementing a program of TE. This review examines the following variables; pain, foot morphology, strength, balance, functionality, type of exercises and program design.

Results: based on the selection criteria established in this review, a total of 11 results are analyzed. The total sample of selected studies consists of 831 subjects. Of these items, seven evaluates the effect of TE on the strength, 5 on the morphology, 4 value functionality, 3 measures changes in pain and 2 in balance.

Conclusions: TE is effective in treating patients with flatfoot, producing improvements in pain, morphology, balance, strength and functionality. The most commonly used exercise is strengthening of the posterior tibialis by foot adduction and sural triceps stretching.

Palabras clave: flatfoot, exercise, physiotherapy, resistance training.

Resumo

Introducción: o pe plano é un síndrome que combina múltiples alteracións estáticas e dinámicas que teñen en común o aplanamento do arco lonxitudinal interno. O tratamento conservador consiste na maioría das ocasións en anti-inflamatorios non esteroideos, ortesis, crioterapia e reposo relativo, pero non adoitan considerar o exercicio terapéutico (ET) na abordaxe.

Obxectivo: coñecer a efectividade do ET no tratamento do pe plano.

Material e métodos: realízase una búsqueda bibliográfica nas bases de datos *The Cochrane Library*, *Pubmed*, *Scopus*, *PEDro*, *Sport Discus* e *Web Of Science* incluíndo estudos publicados nos últimos 10 anos que aborden o tratamento do pe plano mediante a aplicación dun programa de ET. Esta revisión estuda as seguintes variables; dor, morfoloxía do pe, forza, equilibrio, funcionalidade, tipos de exercicio e deseño do programa.

Resultados: en base ós criterios de selección establecidos na revisión, analízanse un total de 11 resultados. A mostra total dos estudos seleccionados está formada por 831 suxeitos. De estos artigos, 7 evalúan o efecto do ET sobre a forza, 5 sobre a morfoloxía do pe, 4 valoran a funcionalidade, 3 miden os cambios na dor e 2 no equilibrio

Conclusións: o ET é efectivo no tratamento de pacientes con pe plano, producindo melloría na dor, na morfoloxía, no equilibrio, na forza e na funcionalidade. O exercicio máis empregado é o fortalecemento do tibial posterior mediante a aducción do pe e o estiramento do tríceps sural.

Palabras clave: pe plano, exercicio, Fisioterapia, fortalecemento.

1. Introducción

1.1 Tipo de trabajo

Este trabajo consiste en una revisión bibliográfica de la literatura disponible sobre los efectos del ejercicio terapéutico en pacientes con pie plano.

En el documento se recoge un proceso reproducible en el que se lleva a cabo un análisis metodológico detallado, crítico y selectivo de los artículos seleccionados y se comparan distintas variables ofreciendo un punto de vista global sobre el objeto de estudio.

1.2 Motivación personal

Dada la estrecha relación entre la biomecánica del pie y el resto del cuerpo, afectando de forma recíproca una sobre la otra, así como el hecho de haber cursado el primer año del grado en podología, han despertado el interés del autor por conocer en mayor medida las alteraciones relacionadas con el pie plano así, como su abordaje desde la Fisioterapia.

Dentro del amplio abanico de herramientas terapéuticas de las que disponen los fisioterapeutas, el ejercicio terapéutico ha demostrado ser efectivo y posiblemente imprescindible en la resolución de diferentes problemas musculoesqueléticos.

Por todo ello, esta revisión busca analizar cómo puede repercutir un programa de ejercicio terapéutico en los diferentes signos y síntomas asociados al pie plano.

2. Contextualización

2.1 Antecedentes

El pie constituye el complejo articular más distal del miembro inferior, a través del cual se establece un constante intercambio de fuerzas con el suelo y cuyas funciones más importantes incluyen el soporte de cargas y la propulsión durante la marcha.

La ejecución de estas funciones está garantizada gracias a la interacción continua de múltiples estructuras, entre las que resalta el arco longitudinal interno del pie, ya que su arquitectura y comportamiento en carga le atribuyen un rol fundamental en la absorción de energía durante la marcha⁽¹⁾.

2.1.1 Definición

El pie plano es un síndrome que combina múltiples alteraciones estáticas y dinámicas que tienen en común el aplanamiento del arco longitudinal interno ⁽²⁾.

Debido a que la definición de la patología puede involucrar múltiples estructuras, en muchas ocasiones inter-relacionadas y a la falta de consenso en cuanto al diagnóstico, existe un amplio conjunto de términos referentes a esta entidad, incluyendo; calcáneo valgo, pie valgo, pie plano flexible, pie plano-valgo, mediopie valgo, pie plano hipermóvil, pie pronado⁽³⁾ o pie plano adquirido en el adulto, AAFD por sus siglas en inglés (Adult Acquired Flatfoot Deformity). Pese a que algunos de estos conceptos conllevan ciertos matices asociados que los diferencian entre sí, la realidad es que en la literatura científica se utilizan frecuentemente como sinónimos.

Aunque la etiología de la deformidad del arco longitudinal interno puede ser de naturaleza multifactorial, el pie plano adquirido en el adulto está ligado, bien como causa o consecuencia a la presencia de disfunción del tendón del tibial posterior⁽¹⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾, patología caracterizada en clínica por una pérdida progresiva de fuerza del tibial posterior⁽⁷⁾ e histopatológicamente por un mecanismo degenerativo de tendinosis, con disrupción de los haces de colágeno, su estructura y su orientación⁽⁴⁾.

2.1.2 Desarrollo del arco

En población infantil, la disminución de la altura del arco constituye la forma normal del pie, tendiendo a elevarse durante la primera década de vida ⁽⁸⁾ ligado a los estímulos de carga que el niño proporciona durante el crecimiento y el desarrollo del miembro inferior, mostrándose solamente un porcentaje muy reducido como sintomático⁽⁹⁾.

Aproximadamente el 45% de los niños en edad pre-escolar presentan pie plano, mientras que solamente el 10% continúan con este patrón pasados los 10 años⁽⁹⁾.

Sin embargo, varios autores atribuyen la huella plantar característica del niño en desarrollo a una acumulación de grasa plantar y no a una disminución del arco (que se puede encontrar dentro de la normalidad)⁽⁸⁾, motivo por el cual se diagnostica en exceso esta patología.

A pesar de la tendencia de intentar corregir el pie plano durante la infancia mediante tratamientos conservadores, no existe evidencia que indique que se puede “crear” el arco longitudinal a través de ninguna fuerza o elemento externo⁽⁸⁾, por lo que existe una gran controversia en cuanto a la utilización de ortesis, férulas, ejercicio u otros medios para favorecer el desarrollo del arco.

2.1.3 Epidemiología

Debido a que en la literatura actual no existe una definición precisa y universal del pie plano, ni consenso estricto en cuanto a los criterios radiográficos o clínicos para definirlo, la estimación de su prevalencia no es muy acertada⁽¹⁰⁾⁽⁸⁾, y los datos varían ampliamente según diversos autores, siendo en muchos casos meramente orientativos.

En pie plano pediátrico, la prevalencia estimada se encuentra entre el 0,6% y el 77,9%⁽⁹⁾, mientras que en población anciana, ha sido descrita alrededor del 10% ⁽⁵⁾. En adultos, suele afectar con mayor frecuencia a mujeres alrededor de los 55 años ⁽¹¹⁾, ya que algunos autores, dentro del origen multifactorial, lo atribuyen a causas hormonales.

2.1.4 Clasificación

Debido a la falta de consenso en cuanto a su diagnóstico, en la literatura actual existen numerosas publicaciones que hacen referencia a distintos criterios para una clasificación adecuada, si bien las principales incluyen la altura del arco, la posición del talón y la flexibilidad del pie.

Según el grado de corrección posible, es decir, la capacidad de producir la elevación del arco mediante distintas maniobras activas o pasivas, se clasifica como⁽¹²⁾:

- **Pie plano rígido:** aquel que no puede ser corregido mediante maniobras pasivas externas y no varía su posición entre carga y descarga. El abordaje de este tipo de patología suele ser quirúrgico, ya que las ortesis, férulas y ayudas externas no pueden solucionar el colapso del arco.
- **Pie plano flexible:** la altura del arco puede corregirse mediante la colocación de la articulación subastragalina en una posición neutra, la flexión dorsal de la primera articulación metatarsofalángia o la rotación externa del miembro inferior en cadena cinética cerrada. La altura del arco disminuye únicamente en situaciones de carga y aumenta en descarga.

Según su origen la clasificación incluye las siguientes causas⁽²⁾:

- **Pie plano secundario:** puede tratarse de origen óseo (post-traumático, desórdenes de crecimiento), articular (artritis reumatoide, pie diabético de Charcot, hiperlaxitud de Marfan) o musculotendinoso y neurológico (disfunción del tibial posterior)
- **Pie plano congénito:** debido a displasias, coaliciones óseas o alteraciones neurológicas.
- **Pie plano degenerativo:** relacionado con aspectos como sobrepeso, menopausia o factores hormonales.

Bluman et al describen 4 fases según la severidad para la disfunción del tendón del tibial posterior⁽¹³⁾:

Tabla I: Clasificación de disfunción del tendón del tibial posterior

Fases	Características
Fase I	Disminución de la altura del arco sin colapso. Dolor a nivel medial del tobillo causado por tenosinovitis o tendinosis del tendón del tibial posterior
Fase II	<p>Deformidad más significativa. El arco puede ser corregido pasivamente mediante inversión del retropié. Algunos autores lo dividen en 2 estadios</p> <p>IIA: moderada deformidad con mínima abducción de la talonavicular, con menos del 30% de la articulación sin contacto de pie en una radiografía AP, en estos casos suele apreciarse insuficiencia del ligamento interóseo.</p> <p>IIB: deformidad flexible. Mayor fallo del ligamento de spring, que resulta en mayor abducción del antepié. Pacientes con impingement en la ASA deben ser considerados fase IIB.</p>
Fase III	Deformidad incorregible mediante maniobras pasivas
Fase IV	Deformidad agravada por valgo de tobillo.

2.1.5 Repercusiones

Además de la lesión primaria que supone el pie plano, existe una gran variedad de patologías relacionadas que pueden aparecer como consecuencia de ésta, no solo a nivel del complejo tobillo pie, si no en articulaciones proximales como rodilla y cadera con elevada frecuencia.

La patología puede evolucionar a problemas severos como hallux valgus, fascitis plantar, metatarsalgias, dolor de rodilla, dolor de espalda, genu valgum, tendinitis aquilea, deformidades de los huesos del pie ⁽¹²⁾, incremento de la rotación interna tibial, incremento de la abducción del pie o reducción de la eficiencia de la marcha ⁽¹⁾.

A nivel muscular, varios estudios muestran que los sujetos con pie plano muestran patrones anormales de contracción en la musculatura del miembro inferior⁽¹⁾⁽¹⁴⁾, mayor activación del vasto medial y del Abductor del Hallux (AbdH) que los sujetos sanos durante la marcha.

Todas estas alteraciones de la biomecánica pueden producir la aparición de dolor en múltiples estructuras del pie o del resto del cuerpo sometidas a sobre sollicitaciones debido a distribuciones de cargas anormales.

Además de estas consecuencias, varios estudios han evidenciado una relación entre el pie plano y un déficit de equilibrio y fuerza en sujetos con pie plano⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾.

Por lo tanto, pese a se trata de una entidad frecuentemente asintomática, una intervención temprana efectiva es esencial para prevenir la progresión de la disfunción del tendón del tibial posterior y requerir a la intervención quirúrgica⁽¹⁷⁾ debido a las alteraciones provocadas.

2.1.6 Valoración

El pie plano es considerado patológico solamente cuando es sintomático, localizándose el dolor más frecuentemente en la cara medial del mediopié, a lo largo del trayecto del tibial posterior⁽²⁾. Sin embargo, este único síntoma no es suficiente para el diagnóstico, ya que como se ha descrito en el apartado anterior, son múltiples las alteraciones, debiendo realizarse una correcta anamnesis y una valoración física adecuada abarcando los siguientes aspectos.

En la entrevista clínica es primordial obtener una descripción detallada del dolor, sus características y la evolución. Factores hormonales, sobrepeso e hiperlaxitud, se presentan como factores causales o agravantes de la patología, por lo que una parte de la anamnesis debe estar orientada a explorarlos.

A la inspección, debe mostrarse especial atención a la presencia de abducción del mediopié (visible por el signo de “too many toes”) y la posición del calcáneo, anormal si se presenta con más de 8° de eversión.

Ciertas herramientas, como el Foot Posture Index (FPI) (*Ver Anexo 1*) o el Arch Index (*Ver Anexo 2*), tienen como objetivo clasificar la posición del complejo tobillo pie para facilitar su análisis, y pueden ser útiles en la evaluación del pie plano⁽¹⁸⁾.

Debe explorarse la zona posterior del maléolo medial y el recorrido del tibial posterior en busca de dolor a la palpación o algún signo de inflamación, que han sido relacionados con la presencia de tenosinovitis o tendinosis del tibial posterior.

Por otro lado, la aparición de dolor en la cara lateral, puede ser indicativo de impingement lateral⁽²⁾⁽¹¹⁾, producido por el estrechamiento del espacio entre los huesos del tarso.

La movilidad del primer radio, y la flexión dorsal de tobillo pueden presentar restricciones en su movilidad, así como rigidez del tríceps sural y tendón de Aquiles⁽¹¹⁾.

La disminución de la fuerza se evidenciará principalmente en el tibial posterior, aunque no es extraño encontrar un déficit de fuerza a nivel de tibial anterior y peroneos. La presencia de debilidad generalizada a nivel del miembro inferior suele ser indicativo de patología neurológica, y es necesario explorarla para descartar alteraciones de este tipo⁽²⁾.

Las pruebas funcionales, mostrarán falta de inversión de la articulación subastragalina al realizar la elevación de talones uni o bilateral, o la incapacidad para realizarla.

Las pruebas de imagen, son una herramienta muy útil para objetivar los ángulos entre los segmentos óseos, mediante radiografía, la degeneración del tendón del tibial posterior mediante ecografía⁽²⁾ o el estado de los ligamentos interóseos, posibles fisuras e inflamación en casos de impingement mediante resonancia magnética nuclear.

2.1.7 Tratamiento

En los casos sintomáticos, el tratamiento conservador está indicado en casi todos los pacientes⁽¹⁹⁾⁽⁵⁾ e incluso en estadios más avanzados antes de considerar la cirugía⁽¹¹⁾. Este abordaje suele incluir el uso de anti inflamatorios no esteroideos, confección de ortesis o plantillas a medida⁽⁵⁾, crioterapia y reposo relativo⁽²⁰⁾⁽⁴⁾.

Los objetivos generales del tratamiento conservador son la eliminación de los síntomas clínicos, mejora de la alineación del retropié y prevención de la progresión de la deformidad⁽⁴⁾.

Si el tratamiento conservador no funciona, el abordaje quirúrgico incluye varias opciones como transferencias de tendón, osteotomías, artrodesis o diversas combinaciones de éstos⁽¹⁹⁾.

Sin embargo, el tratamiento quirúrgico no supone una solución inmediata, y el periodo de rehabilitación entre el proceso y la reincorporación completa y funcional a la vida diaria, supone una serie de cargas económicas y físicas significativas⁽²¹⁾.

Además, las complicaciones del tratamiento quirúrgico son también mucho más frecuentes que en el tratamiento no invasivo, ya que infecciones, trombosis venosas profundas, traumas neurológicos e hiper o hipocorrecciones son frecuentes en pacientes sometidos a reconstrucciones quirúrgicas del pie plano adquirido⁽⁵⁾.

La fisioterapia, por otro lado, cuenta con una serie de herramientas adecuadas para el tratamiento de este tipo de alteraciones y ha demostrado efectividad en otros procesos que cursan con dolor y déficit de fuerza⁽¹⁶⁾.

2.2 Justificación del trabajo

Las estructuras óseas, capsulares, ligamentosas y la musculatura intrínseca y extrínseca del pie contribuyen al soporte del arco longitudinal interno y adquieren un importante rol en el control de la pronación durante la marcha. Por lo tanto, si una de estas estructuras falla, se producirá un aplanamiento del arco⁽¹⁵⁾ mientras que el resto de componentes sufrirán una carga añadida que podrá desencadenar en lesiones asociadas.

El papel del tibial posterior y de la musculatura intrínseca del pie (específicamente del AbdH) como principales estabilizadores dinámicos del arco plantar, ha sido ampliamente demostrado^{(15)(22,23)}. Varios estudios han evidenciado también, que existe una elevada relación entre un déficit de fuerza de estos grupos musculares y la disminución del arco plantar⁽⁹⁾⁽²⁴⁾.

Estos hallazgos sugieren por lo tanto, que el fortalecimiento de esta musculatura puede tener una repercusión directa en la disminución del grado de aplanamiento.

El ejercicio terapéutico (ET) consiste en la ejecución sistemática y planificada de movimientos corporales, posturas y actividades físicas con el propósito de que el paciente disponga de medios para corregir alteraciones, mejorar el funcionamiento físico, prevenir factores de riesgo u optimizar el estado general de salud⁽²⁵⁾.

Entre las ventajas de incluir un programa de ET como parte del tratamiento conservador, destacan la ausencia de complicaciones derivadas de procesos quirúrgicos y los beneficios económicos tanto a nivel de gestión como individual, ya que se trata de una herramienta que el paciente puede aplicar de forma domiciliaria con una revisión periódica, reduciendo así el coste del tratamiento.

La evidencia que ha mostrado el ET en el abordaje de otras patologías, y los hallazgos en investigaciones actuales sobre el rol de la musculatura en la altura del arco, suscitan el interés sobre la aplicación clínica de estos programas de ET en el pie plano incluidos dentro de un tratamiento conservador.

3. Objetivos

3.1 Pregunta de investigación

La pregunta de investigación ha sido formulada atendiendo a sus cuatro componentes básicos mediante una sencilla nemotecnia descrita por el doctor Mark Ebell, profesor de la universidad de Michigan y editor de "TheJournal of FamilyPractice". En efecto, los cuatro componentes de la estructura de la pregunta se resumen en el acrónimo PICO⁽²⁶⁾:

1. **Patient**→ Situación o Paciente
2. **Intervention**→ Intervención
3. **Comparision**→ Comparación
4. **Outcome**→ Resultados

¿Es efectivo un programa de ejercicio terapéutico en el tratamiento de pacientes con pie plano?

3.2 Objetivos

3.2.1 Principal

Conocer la efectividad del ejercicio terapéutico en el tratamiento del pie plano

3.2.1 Secundarios

Se establecen los siguientes objetivos en cuanto al abordaje de pacientes con pie plano

- Comprobar el efecto del ejercicio terapéutico (ET) sobre el dolor.
- Identificar los efectos del ET sobre la morfología del pie.
- Determinar los efectos del ET sobre la fuerza muscular.
- Comprobar los efectos del ET sobre el equilibrio.
- Determinar los efectos del ET sobre la funcionalidad y limitación en actividades de la vida diaria.
- Identificar el tipo de ejercicio más utilizado en los trabajos de investigación.
- Describir las características más comunes de los programas de ET aplicados en los trabajos de investigación.

4. Material y métodos

4.1 Fecha y Bases de datos

Para localizar la información científica sobre el tema de estudio anteriormente descrito, se realiza una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de ámbito sanitario y multidisciplinar durante el mes de Marzo del 2016.

Las bases de datos utilizadas fueron *The Cochrane Library*, *Pubmed*, *Scopus*, *Web Of Science*, *PEDro* y *Sport Discus*.

4.2 Criterios de selección

El acceso se realizó desde la *Universidad da Coruña*, teniendo en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

4.2.1 Criterios de inclusión

- Tipos de estudio: Ensayos clínicos.
- Estudios realizados en humanos.
- Estudios publicados en los últimos 10 años*.
- Artículos en inglés, español y portugués.
- Trabajos cuya temática respondan al objeto de esta revisión.
- Participantes con diagnóstico de pie plano.

*se seleccionan artículos publicados en los últimos 10 años debido al escaso número de resultados obtenidos si se recurre a un filtro cronológico más actual

4.2.2 Criterios de exclusión

- Sujetos con pie plano rígido o estructurado (evaluado mediante prueba o test objetivo).
- Sujetos con cirugías previas en MMII.
- Terapias combinadas (donde no se pueda atribuir el efecto al ejercicio terapéutico).
- Pacientes con enfermedades neurológicas o sistémicas, alteraciones vestibulares o del equilibrio, diabetes, artritis y estadios avanzados de disfunción del tibial posterior (III y IV) o rotura completa del tendón.
- Trabajos no disponibles a texto completo de forma gratuita.
- Artículos duplicados en diferentes bases de datos.

4.3 Estrategia de búsqueda

A continuación se describe en cada una de las tablas, la estrategia y sintaxis de búsqueda utilizada en las diferentes bases de datos consultadas. Se expone a su vez el número total de resultados obtenidos tras la búsqueda y el número de publicaciones seleccionadas.

4.3.1 The Cochrane Library

Con el fin de valorar la existencia de una revisión previa que responda al mismo interrogante de investigación planteado, la primera búsqueda se realiza en la base de datos *The Cochrane Library*. En la tabla II se detalla el número de revisiones Cochrane, otras revisiones y ensayos encontrados.

Tabla II: Estrategia de búsqueda utilizada en *The Cochrane Library*.

Filtros	Términos	Resultados	Seleccionados
Desde 2006 Título, resumen y palabras clave	Flatfoot	Revisiones Cochrane 1	0
	OR	Otras revisiones 3	0
	“Adult acquired flatfoot deformity”	Ensayos 44	4
	OR	Evaluación de la tecnología 2	0
	“Posterior tibial tendon dysfunction”		
	OR		
	“Pes Planus”		
	OR		
	“Pronated foot”		

4.3.2 PEDro

La búsqueda en PEDro (Tabla III) se realizó mediante términos más globales y con menos combinaciones que en otras bases de datos, debido a que el número de resultados obtenidos fue mucho menor.

Tabla III: Estrategia de búsqueda utilizada en PEDro.

Filtros	Términos	Resultados	Seleccionados
Sin filtros*	“flat foot”	2	0
	Flatfoot	1	0
	“posterior tibial tendon dysfunction”	2	2
	“Adult acquired flatfoot deformity”	0	0
	“Pes planus”	5	1

*Debido a que en una primera búsqueda aplicando filtros, el número de publicaciones fue muy reducido, se eliminan estos para ampliar los resultados obtenidos

4.3.3 PubMed

En la tabla IV se especifican los términos de búsqueda utilizados en la base de datos *PubMed*.

Tabla IV: Estrategia de búsqueda utilizada en *PubMed*.

Filtros	Términos	Operador booleano	Términos	Resultados	Seleccionados
Estudios en humanos Inglés y español 2005*	flatfoot [Mesh] OR "Pronated foot" [tiab] OR "Adult Acquired flatfoot deformity" [tiab] OR "posterior tibial tendon dysfunction" [MeSH]	AND	"muscle strength" [MESH] OR "Exercise" [tiab] OR "exercise" [Mesh] OR "Exercise therapy" [mesh] OR "physical therapy modalities" [mesh]	79	5

*A pesar de que en los criterios de inclusión se especifican las publicaciones existentes desde el año 2006, en *Pubmed* se ha modificado con el objetivo de incluir el estudio de Alvarez et al⁽²¹⁾, que aunque publicado en el 2006, no aparece como tal en la base de datos.

4.3.4 Scopus

La búsqueda en *Scopus* se llevó a cabo limitando los resultados al área de las ciencias de la salud, y utilizando términos similares al resto de búsquedas, como se muestra en la Tabla V.

Tabla V: Estrategia de búsqueda utilizada en *Scopus*.

Filtros	Términos	Operador Booleano	Términos	Resultados	Seleccionados
2006 Ciencias de la salud	Flatf* OR "Flat foot" OR "pronated foot" OR "adult acquired flatfoot deformity" OR "posterior tibial tendon dysfunction"	AND	Strengthening OR Training OR Stretching OR exercise OR "physical therapy" OR physiotherapy	202	6

4.3.5 Sport Discus

La tabla VI, expone la información referente a los términos y filtros utilizados para llevar a cabo la búsqueda en la base de datos *Sport Discus*.

Tabla VI: Estrategia de búsqueda utilizada en *Sport Discus*.

Filtros	Términos	Operador booleano	Términos	Resultados	Seleccionados
2006 Todos idiomas Términos en Abstract	Flatfoot OR "Flat foot" OR flatfeet OR "pronated foot" OR "pes planus" OR "adult acquired flatfoot deformity" OR "posterior tibial tendon dysfunction"	AND	Strengthening OR Training OR Stretching OR exercise	25	6

4.3.6 Web Of Science

En la base de datos multidisciplinar *Web Of Science* se aplicaron los filtros, términos y combinaciones mostrados en la Tabla VII.

Tabla VII: Estrategia de búsqueda utilizada en *Web Of Science*.

Filtros	Términos	Operador booleano	Términos	Resultados	Seleccionados
Desde 2006	Flatfoot OR "pronated foot" OR "posterior tibial tendon dysfunction" OR "Adult acquired flatfoot deformity"	AND	Strengthening OR Training OR Stretching OR exercise OR "physical therapy" OR physiotherapy	107	4

4.4 Selección de artículos

La figura 1 muestra el proceso de selección de artículos en las bases de datos utilizadas de forma esquematizada.

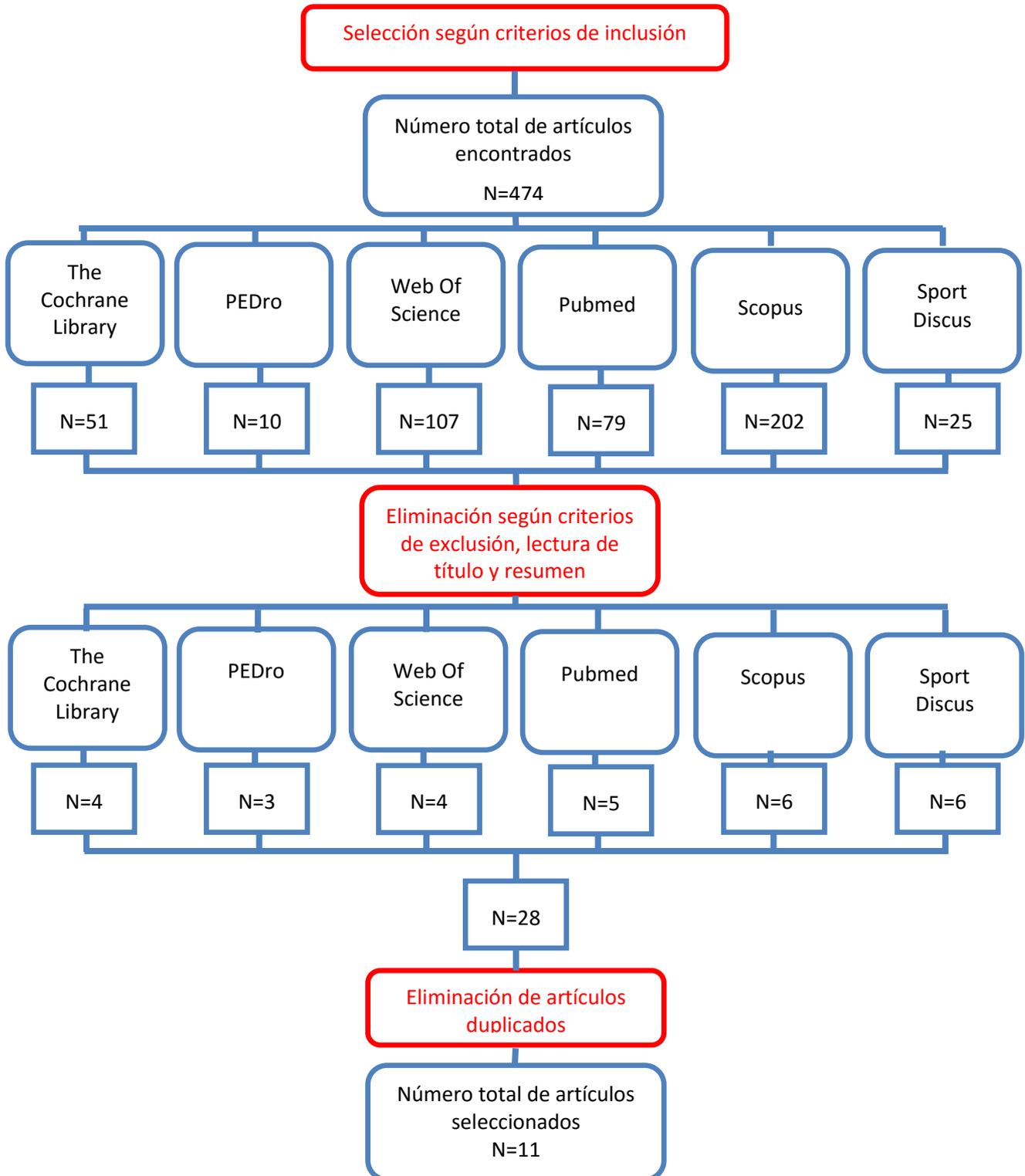


Figura 1: Diagrama de flujo de selección de artículos

4.5 Gestión de la bibliografía localizada

Con el objetivo de facilitar el manejo de la bibliografía se utilizó el gestor de datos *RefWorks*.

Refworks es una herramienta que permite al usuario crear bases de datos personales y usarlas para una gran variedad de actividades investigadores. Las referencias pueden ser rápida y fácilmente importadas desde textos online y bases de datos, permitiendo compartir, almacenar o manejar esta información⁽²⁷⁾.

Para mantener un grado de actualización adecuado ante la publicación de artículos de interés en el campo de estudio, se crearon alarmas de aviso en *Pubmed* y *Scopus*.

4.6 Variables de estudio

Esta revisión estudia 7 variables sobre los 11 artículos incluidos en la selección final.

- Dolor: haciendo referencia a aspectos como; intensidad, duración y localización
 - **Escala Visual Analógica (EVA)**: medida en la que el paciente marca la intensidad del dolor en una escala del 1 al 10, permitiendo objetivar la evolución a lo largo del tiempo. (Ver Anexo 3)
- Morfología del pie: relacionada con la posición del retropié, el arco longitudinal interno u otras estructuras asociadas con el pie plano
 - **Navicular Drop Test (ND)**⁽²⁸⁾: se trata de la medición de la caída del navicular para detectar hiperpronación, y representa el desplazamiento en el plano sagital del navicular partiendo de una posición de relajación en bipedestación a una de apoyo unipodal sobre el miembro examinado (Ver Anexo 4)
 - **Arch index**⁽²⁹⁾: consiste en una medida indirecta de la altura del arco longitudinal interno a través de la huella plantar.

- **Fuerza:** evalúa la capacidad de vencer una carga por parte de uno o varios músculos, aunque también recoge aspectos como el porcentaje de contracción o el área de corte transversal de un músculo, medición indirecta que suele estar relacionada con la fuerza del músculo.
 - **Dinamometría:** se trata de la medición de la fuerza generada por uno o varios músculos al realizar un movimiento determinado.
 - **Isometric Deep Posterior Compartment Strength⁽³⁰⁾:** test de fuerza que valora la debilidad del tibial posterior para objetivar la progresión o recuperación durante el curso de una disfunción del tendón del tibial posterior.
 - **Electromiografía de superficie:** consiste en el registro de la actividad eléctrica muscular a través de electrodos tanto en estática como en dinámica.
 - **Área de corte transversal del abductor del hallux:** esta variable mide de forma indirecta la fuerza del abductor del hallux a través del área de su vientre muscular mediante ecografía, que suele estar en relación a la fuerza que un músculo desarrolla.

- **Equilibrio:** mide la capacidad del sujeto para mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación mediante ajustes dinámicos.
 - **Limit Of Stability Test:** se trata de una herramienta que mediante una plataforma inestable y un software conectado a ella, mide el equilibrio del sujeto mientras alcanza distintas posiciones.
 - **Star Excursion Balance Test⁽³¹⁾:** consiste en realizar un apoyo unipodal mientras con el miembro contralateral se alcanza el rango máximo de movimiento en varias direcciones. (*Ver Anexo 5*)

- **Funcionalidad:** relaciona la afectación con sus consecuencias a la hora de ejecutar tareas funcionales o actividades de la vida diaria.
 - **Foot Function Questionnaire:** cuestionario que consta de 10 items que el paciente debe puntuar de 0 (sin dolor o dificultad) a 10 (peor dolor o dificultad que se pueda imaginar) y que contiene aspectos relacionados con el dolor y la funcionalidad.

- **Foot Function Index⁽³²⁾**: es un cuestionario que evalúa múltiples dimensiones de la función del pie basándose en los valores otorgados por el paciente. Consiste en 23 items divididos en 3 sub-escalas que cuantifican el impacto de la patología del pie en cuanto a dolor, discapacidad y limitación de las actividades.
 - **Short Musculoskeletal Function Assesment⁽³³⁾**: el propósito de esta herramienta de evaluación es estandarizar la medida de las limitaciones de los pacientes. En un estudio clínico bien planificado, la evaluación funcional puede ser usada para evaluar la efectividad de los tratamientos.
 - **5 Minute Walk Test**: mide la distancia que es capaz de caminar el sujeto durante 5 minutos de forma ininterrumpida.
-
- Tipo de ejercicio: hace referencia a la naturaleza del ejercicio realizado, su objetivo y la forma de ejecución.
 - Diseño del programa: relacionado con el diseño de cada uno de los programas de ejercicio terapéutico: duración, distribución y temporalización.

1.1 Niveles de evidencia

La calidad de los estudios se ha evaluado mediante la escala propuesta por el *Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM) de Oxford* (Ver Anexo 6), en la que se tienen en cuenta no sólo las intervenciones terapéuticas y preventivas, sino también las ligadas al diagnóstico, el pronóstico, los factores de riesgo y la evaluación económica⁽³⁴⁾.

1.2 Grados de recomendación

Los grados de recomendación de las intervenciones realizadas en los artículos analizados se expresan en relación a la escala propuesta por el CEBM de Oxford (Ver Anexo 7) y los resultados obtenidos en ella.

5. Resultados

En esta revisión se han analizado 11 ensayos clínicos, seleccionados tras la eliminación de aquellas publicaciones que no respondiesen al interrogante de investigación de esta revisión y que no se acogiesen a los criterios de selección.

Todos los artículos estudian los efectos, ya sea inmediatos o a medio-largo plazo, del ejercicio terapéutico en pacientes con pie plano.

En cuanto al nivel de evidencia de los estudios, clasificados según la escala CEBM de Oxford, se observa que solamente uno de ellos presenta un nivel 1b, mientras que los 10 restantes demuestran un nivel 2b.

El grado de recomendación de los estudios analizados, oscila entre A y B. Un solo artículo obtuvo un grado de recomendación A, los otros 10 artículos obtuvieron un nivel B.

El conjunto global de la muestra utilizada en los artículos seleccionados es de 831 participantes. La edad media de todos los sujetos es de 30.09 años, y respecto al peso y la altura media, no pueden ser expuestos ya que algunos estudios no incluían la recogida de estos datos en su diseño.

La mayoría de los ensayos clínicos presentan una muestra de tamaño reducido (entre 5 y 49), a excepción del artículo de Riccio et al⁽³⁵⁾, cuya muestra incluye 300 sujetos intervenidos y los compara con otros 337 de control. En la tabla VIII se describen los datos referentes a las muestras de cada uno de los estudios.

Efectividad del ejercicio terapéutico en el pie plano

Tabla VIII: descripción de las muestras

	Muestra total	Subgrupos	Edad	Sexo	Peso (Kg)	Altura (cm)
Goo et al 2016	N=18	GI N=9	21.89±1.69 años	-	57.56±14.33 Kg	163±7.26 cm
		GC N=9	22.3±2.06 años	-	62.22±12.04Kg	164.7±8.53 cm
Goo et al 2016	N=20	GI N=10	21.8±1.62 años	-	59.3±14.6 Kg	162.3±6.9 cm
		GC N=10	22.3±1.95 años	-	63.2±11.8Kg	165.0±8.1 cm
Panichawit et al 2015	N=5	-	28.30 (11.46) años	2M 3V	62.80 (11.00) Kg	165.6 (11.6) cm
Houck et al 2015	N=39 (3 abandonos)	GI N=19	57±12 años	16M 4V	82±18 Kg	166±9 cm
		GC N=17	58±9 años	15M 4V	87±15 Kg	167±9 cm
Moon et al 2013	N=18	-	26.10±5.26 años	-	64.00±14.91 Kg	165.02±7.96 cm
BEK et al 2012	N=49	G1 (HB) N=21	33.56±17.59 años	-	66.17±8.38 Kg	-
		G2 (CB) N=28	28.57±14.74 años	-	71.33±12.61 Kg	-
Khatatbeh et al 2012	N=10	-	10-12 años	10M	-	-
Jung et al 2011	N=28	GI N=14	22.36±2.41 años	-	57.71±9.65 Kg	164.89±8.82 cm
		GC N=14	21.93±2.73 años	-	58.93±7.84 Kg	167.96±7.27 cm
Riccio et al 2009	N=667	GI N=300	3.4±0.55 años	116M 184V	-	-
		GC N=337	2.6±0.52 años	118M 219V	-	-
Kulig et al 2009	N=36	G1(ort) N=12	51.3 (17.2) años	8M 4V	82.5 (18.8) Kg	1.70 (0.07) cm
		G2 (conc) N=12	55.3 (16.4) años	4M 2V	85.9 (22.7) Kg	1.65 (0.14) cm
		G3 (exc) N=12	49.4 (12.6) años	10M 2V	80.4 (23.0) Kg	1.67 (0.10) cm
Álvarez et al 2006	N=47	-	50 (15-81) años	37M 10V	73.9 (54.4-163) Kg	1,68 (1.52-1.85) cm

Los criterios de inclusión más habituales se basan en el diagnóstico de pie plano flexible o disfunción del tendón del tibial posterior mediante; navicular drop test (ND), posición del calcáneo en bipedestación, arch index, test de Jack y presencia de dolor o inflamación en el recorrido del tibial posterior.

Los criterios de exclusión aplicados de forma más frecuente fueron; enfermedades neurológicas o sistémicas, alteraciones vestibulares y del equilibrio, diabetes, historia previa o presencia de artritis, cirugía de rodilla, tobillo o pie, ruptura completa del tendón del tibial posterior y estadios avanzados de disfunción del tendón del tibial posterior (III y IV).

De los 11 artículos seleccionados, 6 comparaban el efecto de 2 o más tratamientos^(5, 6, 35-38), 1 incluyó grupo control⁽³⁹⁾ y los otros 4 no realizaron comparación con otra intervención ni grupo control^(10, 12, 21, 40).

A continuación se describen los resultados de los estudios para cada una de las variables.

Dolor

Solamente 3 estudios de los 11 analizados estudian la variable dolor, ya que el resto de publicaciones incluyen sujetos asintomáticos como muestra o simplemente no recogen la variable en sus mediciones.

El estudio de BEK et al⁽⁶⁾ no obtuvo diferencias significativas en cuanto al dolor entre un grupo domiciliario que realizó un programa de ejercicio y uno ambulatorio en el que se aplicaron otros métodos de tratamiento además del ejercicio durante 3 semanas, ambos grupos mejoraron en comparación con la evaluación previa.

Kulig et al⁽³⁸⁾ y Alvarez et al⁽²¹⁾ también obtuvieron resultados positivos tras la aplicación de sus programas de intervención.

Morfología del pie

La variable morfología del pie fue evaluada por 5 de los 11 estudios seleccionados en la revisión.

Goo et al^(36, 37), tras 4 semanas de fortalecimiento del glúteo mayor y AbdH, muestran mejores resultados en el ND que el grupo que solo realiza fortalecimiento del AbdH, aunque la diferencia solo es significativa en el grupo que no realiza el glúteo mayor.

BEK et al⁽⁵⁾ muestra una mejoría significativa en el ángulo de la primera articulación metatarsofalángica en ambos grupos y en el ángulo de la articulación subastragalina del grupo ambulatorio.

Panichawit et al⁽¹²⁾ por su parte, tras una intervención durante 8 semanas, no obtienen diferencias significativas en cuanto al área de contacto del pie ni el pico de presión durante la exploración dinámica en plataforma de distribución de presiones.

Riccio et al⁽³⁵⁾ concluyen que el programa de ejercicio utilizado mejora el porcentaje de niños que desarrollan el arco plantar a una determinada edad en comparación con un grupo que no lo realiza.

Fuerza

La fuerza es la variable más estudiada entre los artículos seleccionados en la revisión, ya que 7 de las 11 publicaciones miden este parámetro en el diseño de su investigación.

Goo et al^(36, 37) muestran en su estudio mejorías significativas en el grupo que realiza fortalecimiento del glúteo mayor además del abductor del hallux en cuanto al porcentaje de contracción máxima voluntaria, no solo en estos dos músculos durante la fase de apoyo de talón y despegue del pie respectivamente, si no que objetivan un aumento del %CMV en el vasto medial en la fase de apoyo de talón.

El artículo de Jung et al⁽³⁹⁾, el único que objetiva sus mediciones mediante pruebas de imagen, expone mejoría tanto en la fuerza del flexor del hallux, mediante dinamometría, como de forma indirecta en el abductor del hallux a través del área de corte transversal del vientre muscular en el grupo que ejecuta el programa de fortalecimiento.

Panichawit et al⁽¹²⁾, obtienen también resultados positivos en la fuerza del tibial posterior y peroneo lateral largo y corto mediante dinamometría.

BEK et al⁽⁵⁾ en su estudio, no mostraron diferencias en la fuerza entre el grupo que realizó el tratamiento en el centro de forma ambulatoria, añadido a otras técnicas de intervención, y el que lo realizó de forma domiciliaria excepto en el tibial posterior, donde curiosamente, el grupo domiciliario mostró una mejoría significativa respecto al grupo ambulatorio.

Alvarez et al⁽²¹⁾, que en una medición previa objetivaron un déficit de fuerza isocinética respecto al lado sano en todas las direcciones de movimiento (flexión dorsal y plantar, eversión e inversión), observaron un incremento significativo tanto en el ejercicio excéntrico como concéntrico, en todos los sujetos tras la intervención.

En oposición al resto de los estudios, Houck et al⁽⁶⁾ no reporta diferencias significativas en el grupo de fortalecimiento tras la intervención.

Equilibrio

Respecto a la variable equilibrio, solamente 2 artículos de los 11 la evalúan.

Moon et al⁽⁴⁰⁾ y Khatatbeh et al⁽¹⁰⁾, obtienen resultados positivos valorando los efectos inmediatos y a medio plazo del ejercicio terapéutico respectivamente en varios componentes del movimiento en las pruebas de valoración del equilibrio.

Funcionalidad

La repercusión en la funcionalidad y las actividades de la vida diaria se recogen en 4 estudios.

Panichawit et al⁽¹²⁾, Houck et al⁽⁶⁾, Kulig et al⁽³⁸⁾ y BEK et al⁽⁵⁾ hallan mejoras significativas en los sujetos de sus estudios en cuanto a esta variable, evaluada mediante cuestionarios que valoran la limitación en la funcionalidad y en las actividades cotidianas.

Tipo de ejercicio

En cuanto al tipo de ejercicio terapéutico realizado durante los estudios, la mayoría de los programas consisten en 2 partes diferenciadas.

La primera de ellas consta de una serie de ejercicios de fortalecimiento para la musculatura implicada en la patología. Los principales grupos musculares trabajados son; tibial posterior (5 estudios), abductor del hallux (2 estudio), glúteo mayor (2 estudios), tríceps sural (2 estudios) y “musculatura intrínseca del pie” sin especificar en mayor medida (4 estudios). Así mismo, algunos estudios exponen también la realización de ejercicios para flexor largo del hallux, tibial anterior y peroneos lateral largo y corto.

La *Tabla IX* recoge los grupos musculares incluidos en el programa de fortalecimiento de cada estudio.

Tabla IX: ejercicios de fortalecimiento incluidos en cada artículo

	Tibial posterior	AbdH	Tibial anterior	Peroneos	Tríceps sural	Glúteo mayor	Flexor largo hallux	Musculatura intrínseca
Goo et al⁽³⁶⁾		X				X		
Goo et al⁽³⁷⁾		X				X		
Panichawit et al⁽¹²⁾	X		X		X		X	X
Houck et al⁽⁶⁾	X				X			
Moon et al⁽⁴⁰⁾		X						X
BEK et al⁽⁵⁾	X							X
Khatatbeh et al⁽¹⁰⁾	X							
Jung et al⁽³⁹⁾		X			X			X
Riccio et al⁽³⁵⁾	X		X				X	
Kulig et al⁽³⁸⁾	X							
Alvarez et al⁽²¹⁾	X		X	X	X			

La segunda parte del programa consiste en el estiramiento de los grupos musculares trabajados en la fase de fortalecimiento; tibial posterior, tríceps sural, tibial anterior y peroneos lateral largo y corto.

El apartado de fortalecimiento consiste en la mayor parte de los estudios en 3 series de 10-30 repeticiones, y el de estiramiento se define en 3 repeticiones de 30 segundos o según criterios subjetivos como la relajación del músculo.

Diseño del programa

La **duración** del programa de ejercicios varía ampliamente entre los distintos estudios.

- Efecto inmediato⁽⁴⁰⁾
- 3 semanas⁽⁵⁾
- 4 semanas^(36, 37)
- 8 semanas⁽¹²⁾⁽³⁹⁾
- 10 semanas⁽³⁸⁾
- 12 semanas⁽⁶⁾⁽¹⁰⁾
- Alvarez et al⁽²¹⁾ no establecen una duración homogénea para la muestra total. El tiempo medio de intervención es de 120 días.
- Riccio et al⁽³⁵⁾ tampoco establecen una duración igual para todos los sujetos, siendo la duración media 2.75 años.

La **frecuencia** de ejercicio es de forma diaria en la mayor parte de los estudios, entre una o dos veces al día.

En la tabla X se detalla la información más relevante de cada artículo; tipo de estudio, tamaño de la muestra y subgrupos, variables medidas, la intervención realizada, resultados, nivel de evidencia y grado de recomendación.

Tabla X: características de los estudios

Autor y año	Tipo de estudio	Características de la muestra	VARIABLES DE ESTUDIO	Intervención	Resultados	CEBM	Grado de recomendación
Goo et al ⁽³⁷⁾ 2016	Ensayo clínico no aleatorizado	N=18 (0 abandonos) <u>Edad</u> G1: 21.89 ± 1.69 años G2: 22.3 ± 2.06 años Navicular Drop Test (ND) > 10 mm	ND* EMGs* de: vasto medial, glúteo mayor, tibial anterior y abductor hallux (AbdH)	4 semanas, 5 sesiones/semana G1: Fortalecimiento AbdH(100reps) + Glúteo mayor (3sets 20reps) G2: fortalecimiento AbdH (100 reps)	Mayor incremento del %CMV del AbdH en fase de despegue en el G1. Mayor diferencia en medidas pre y post intervención en el ND en el G1, aunque no son significativas	2b	B
Goo et al ⁽³⁶⁾ 2016	Ensayo clínico no aleatorizado	N=20 (0 abandonos) <u>Edad</u> G1: 21.89 ± 1.62 años G2: 22.3 ± 1.95 años ND>10 mm	ND EMGs de: vasto medial, glúteo mayor, tibial anterior y abductor hallux	4 semanas, 5 sesiones/semana G1: Fortalecimiento AbdH(100 reps) + Glúteo mayor (3sets 20reps) G2: fortalecimiento AbdH (100 reps)	Mayor incremento del %CMV en vasto medial durante la subida de escaleras en G1 y mayor diferencia en medidas pre y post en ND, pero no son significativas	2b	B
Panichawit et al ⁽¹²⁾ 2015	Ensayo clínico no aleatorizado	N=5 (0 abandonos) 3H 2M <u>Edad</u> 28.3 ± 11.46 años (rango 18-50) Pie plano flexible	Área de contacto Pico de presión Fuerza Tibial posterior y peroneo lateral largo Foot Function questionnaire	3 ses/sem 45'/ses durante 8 sem <u>Stretching:</u> tríceps sural (10reps hasta relajación) <u>Fortalecimiento:</u> tibial posterior. tríceps sural, peroneos, flexor largo dedos, dorsiflexores tobillo, eversores e inversores y musculatura intrínseca del pie (3sets 10-15reps)	Incremento significativo en la fuerza del tibial posterior y peroneo lateral largo. Diferencias significativas en el Foot Function Questionarie Sin diferencias en área de contacto y pico de presión	2b	B
Houck et al ⁽⁶⁾ 2015	Ensayo clínico aleatorizado, ciego.	N=39 (3 abandonos) 8H 28M G1: N=19 G2: N=17 <u>Edad</u> 57.5 ± 10.5 años Estadio II disfunción del tendón del tibial posterior	FFI* (Ver Anexo 8) SMFA* (Ver Anexo 9) IDPCS*	12 semanas G1: Ortesis+stretching G2: ortesis+stretching+fortalecimiento <u>Fortalecimiento:</u> elevación de talones bilateral y unilateral y flexión plantar con inversión y aducción. (progresión hasta 3sets 30reps 2ses/día) <u>Stretching:</u> gastrocnemios y sóleo(3rep 30' 2ses/día)	FFI: mejoría significativa en ambos grupos, sin diferencia entre ellos SMFA: mejoría en ambos grupos, sin diferencia entre ellos, excepto en el apartado de disfunción y movilidad. IDPCS: no hubo diferencias, ni pre-post ni entre grupos	2b	B

Autor y año	Tipo de estudio	Características de la muestra	Variables de estudio	Intervención	Resultados	CEBM	Grado de recomendación
Moon et al ⁽⁴⁰⁾ 2013	Ensayo clínico	N=18 <u>Edad</u> 26.1 ±5.26 años ND >10 mm	LOST* (utilizando plataforma BioRescueSystem) pre y post ejercicio	3 ejercicios SFE, 3sets/ejercicio 5reps	Aumento del área de contacto de la zona anterior, posterior, derecha e izquierda durante la ejecución del test	2b	B
BEK ⁽⁹⁾ 2012	Ensayo clínico aleatorizado	N=56 (7 abandonos)→ N=49 <u>Edad</u> G1: (N=21) 33.56 ±17.59 años G2: (N=28) 28.57 ±14.74 años Estadios I, II y III de PTTD	EVA Fuerza muscular manual de: tibial posterior, gastrocnemios y soleo, tibial anterior, peroneos y extensor común de los dedos Angulo de la I Articulación Metatarsofalángica, subastragalina y abducción del antepié. FFI	3 semanas G1 (domicilio): aplicación frío, fortalecimiento Tibial Posterior y musculatura intrínseca y stretching G2(ambulatorio): aplicación de frío, fortalecimiento tibial posterior, movilización de tobillo, ASA y mediotarsiana, estiramiento fascia plantar y tendón Aquiles, corriente galvánica, entrenamiento propiocepción Ambos grupos recibieron plantillas personalizadas	Ambos grupos mejoraron en las parámetros de dolor, ángulo de la 1º articulación metatarsofalángica, ángulo de abducción del antepié, puntuación del FFI y fuerza La única diferencia significativa entre los grupos se obtuvo en la fuerza del tibial posterior, mayor en el grupo ambulatorio.	2b	B
Khatatbeh and Dabayeb ⁽¹⁰⁾ 2012	Ensayo clínico	N=10 10M <u>Edad</u> (10-12 años) Pie plano flexible	Star Excursion Balance Test (SEBT)	12 sem, 3 ses/sem. 45'/ses Periodo de calentamiento Juegos motores de características similares a programas de rehabilitación (andar de puntillas, hacer nudos con los pies...) Vuelta a la calma	Mejoría significativa en 6 direcciones de movimiento durante la realización del test de equilibrio (2 en el pie derecho y 4 en el izquierdo)	2b	B
Jung et al ⁽⁹⁹⁾ 2011	Ensayo clínico aleatorizado controlado	N=28 <u>Edad</u> GC: 21.93 ±2.73 años GI: 22.36 ±2.41 años Navicular Drop Test> 13mm Posición estática de Calcáneo (RCSP) >4º eversion	Área del corte transversal del Músculo AbdH Fuerza del flexor del hallux	8 semanas GC: ortesis GI: ortesis+protocolo de ejercicio SFE (2 ses/día 3 sets/5 reps)	No hubo cambios significativos en RCSP ni ND El área seccional del AbdH aumento en ambos grupos, pero en mayor medida en el grupo que incluía los ejercicios Fuerza del flexor del hallux aumentó en ambos grupos en mayor medida en el grupo que incluía ejercicio	1b	A

Autor y año	Tipo de estudio	Características de la muestra	Variables de estudio	Intervención	Resultados	CEBM	Grado de recomendación
Riccio et al ⁽³⁵⁾ 2009	Ensayo clínico no aleatorizado	G1 (intervención) N=300 3.4 años(2.75-5) G2(grupo histórico comparativo) N=337 2.6 años (1.9-4.1) Pie plano valgo flexible	Arch Index	Duración media de 2.75 años (2 horas/sem a domicilio+30' en centro) Ejercicios de fortalecimiento, flexibilidad y propiocepción a nivel del tobillo-pie	El grupo sometido al programa de rehabilitación obtuvo mejores resultados en cuanto a la clasificación del pie según el arch index en comparación con el grupo histórico comparativo	2b	B
Kulig et al ⁽³⁸⁾ 2009	Ensayo aleatorizado	N=36 28M 8H <u>Edad</u> G1: 51.3 ±17.2 años 8M 4H G2: 55.3 ±16.4 años 10M 2H G3: 49.4 ±12.6 años 10M 2H Estadío I o II Disfunción del tibial posterior	FFI 5 minute walk test (5MWT) Escala Visual Analógica (EVA) tras 5MWT	10 semanas G1: ortesis+stretching G2: ortesis+stretching+concéntricos G3: ortesis+stretching+excéntricos Stretching: gastrocnemios, sóleo Fortalecimiento: Foot aduction con equipo TibPost Loader (3 sets/día 25reps resistencia máxima tolerada sin dolor)	Mejoría en FFI en todos los grupos en mayor medida en el grupo que realizó el ejercicio excéntrico Sin diferencias en el 5MWT Mejoría en EVA tras 5MWT en todos los grupos, sin diferencia entre ellos	2b	B
Alvarez et al ⁽²¹⁾ 2006	Ensayo clínico	N=47 37M 10H <u>Edad</u> 50 (15-81) años Estadío I o II disfunción del tendón del tibial posterior sintomáticos	EVA Habilidad de realizar puntillas unilateral Habilidad de realizar marcha en puntillas Fuerza isocinética de musculatura periarticular	120 días (28-392) Ortesis corta tobillo-pie (SAAFO) o Ortesis (FO) en función de intensidad de la sintomatología Fortalecimiento tibial posterior, peroneos, tibial anterior, gastrocnemios, (progresión hasta 300 reps con banda elástica), isocinéticos, elevación de talones (progresión hasta 50 reps unilateralmente) y marcha de puntillas (progresión hasta 50mts)	Disminución significativa en EVA. Mejoría en el número de pacientes capaces de realizar tareas funcionales (elevación de talones y marcha en puntillas) o de realizarlas sin dolor La fuerza mejoró en todos los sujetos	2b	B

* **%CMV**: porcentaje de contracción máxima voluntaria **EMGs**: electromiografía de superficie **EVA**: Escala Visual Analógica **FFI**: Foot Functional Index
IDCPS: Isometric Deep Compartment Posterior Strength **LOST**: Limit Of Stability Test **ND**: Navicular Drop Test **SFE**: Short Foot Exercise

6. *Discusión*

En esta revisión se han incluido 11 estudios sobre la intervención mediante ET en pacientes con pie plano. El número de publicaciones disponibles en la literatura actual que abarcan este tema es reducido, ya que la mayoría de los artículos se centran en el tratamiento quirúrgico, las causas, el diagnóstico o la clasificación del pie plano.

Los artículos que se ciñen al objeto de estudio, presentan una gran variabilidad entre ellos tanto en el tamaño de las muestras como en el diseño de los programas y los tipos de ejercicio, por lo que resulta complejo establecer una comparación objetiva entre las variables estudiadas.

El tamaño de las muestras supone un inconveniente en cuanto a la fiabilidad de las conclusiones extraídas en los ensayos, ya que al tratarse de una patología en la que pueden influir múltiples factores añadidos, sería interesante haber contado con muestras mayores clasificadas en subgrupos de edad, sexo o peso.

El hecho de que los sujetos de varios estudios sean en su mayoría mujeres y tengan medias de edad alrededor de los 50 años, puede influir en los resultados obtenidos, puesto que el factor hormonal (asociado frecuentemente a la menopausia) está directamente relacionado con la presencia de pie plano. Sin embargo, ninguno de los estudios tiene en cuenta estos datos en el momento de analizar los resultados.

Un fenómeno parecido ocurre con el peso, ya que ninguno de los ensayos relaciona este dato con los resultados ni establecen una medida límite de peso. Sería interesante establecer un límite máximo para esta variable como criterio de exclusión, evitando así la heterogeneidad en cuanto a factores causales o agravantes de la patología.

En cuanto al nivel de evidencia y los grados de recomendación, los resultados obtenidos demuestran que es necesario prestar atención a los errores metodológicos y a las carencias presentes en el diseño de los estudios. La falta de grupo control y evaluadores o pacientes cegados, con el objetivo de medir de manera más precisa la efectividad del tratamiento pueden suponer en ocasiones un sesgo en las conclusiones de los ensayos.

A continuación se discuten los datos más significativos de cada estudio clasificados en base a las variables de esta revisión:

Dolor

El dolor es una de las variables menos estudiadas en los artículos seleccionados, ya que la mayoría de los ensayos se realizan en sujetos asintomáticos o simplemente porque no recogen esta variable en su diseño.

Pese a que los 3 estudios obtienen resultados positivos en el dolor tras la ejecución del programa de ejercicio, es necesario destacar ciertos aspectos sobre la metodología o las conclusiones extraídas de éstos.

El estudio de BEK et al⁽⁶⁾, a pesar de tratarse de un protocolo realizado en una muestra pequeña, presenta 7 abandonos en el grupo que realiza el programa de forma domiciliaria, de los que no se conocen las causas. En una muestra pequeña como la de este estudio (N=49), la pérdida de 7 sujetos de un mismo grupo puede estar relacionado con la falta de evolución en la sintomatología o con el empeoramiento de la misma, y deberían ser datos recogidos en el estudio con el fin de evitar posibles sesgos a causa de los motivos de abandono.

Respecto al estudio de Alvarez et al⁽²¹⁾, que también obtiene resultados positivos, la ausencia de un grupo control, a diferencia de los otros 2 estudios, no permite discernir si la mejoría observada en el dolor se debe al programa de intervención, al efecto placebo, al paso del tiempo o a la evolución de la patología.

Kulig et al⁽³⁸⁾ por el contrario, además de obtener resultados positivos, manifiesta que el ejercicio excéntrico disminuye en mayor medida el dolor que el concéntrico, y más que si no se realizan los ejercicios de fortalecimiento.

El programa de ET debe tener unos objetivos generales que serán similares en la mayoría de las ocasiones. Sin embargo, es necesario realizar un enfoque personalizado para cada caso y adaptar los parámetros de intensidad, volumen y carga de trabajo a cada paciente. La realización de los ejercicios no debe en ningún momento ir acompañada de dolor y deben respetarse los periodos de descanso entre ejercicios, buscando siempre la calidad en la ejecución antes que otros aspectos. Estos puntos deben tenerse en cuenta para evitar que disminuya la adherencia al tratamiento.

Morfología del pie

En el estudio de esta variable, aunque 5 artículos la incluyen en su metodología, es complicado realizar una comparación debido a la heterogeneidad de las pruebas de valoración utilizadas.

A pesar de que solamente 2 estudios incluyen el glúteo mayor dentro del programa de fortalecimiento^(36,37), los resultados positivos obtenidos en comparación con los grupos que no lo realizan, pueden llegar a corroborar la teoría de los autores en la que afirman que el fortalecimiento del glúteo mayor, en su acción como rotador externo, disminuye la tendencia a la rotación interna del miembro inferior y disminuye la pronación. Sería interesante comprobar si el trabajo del resto de rotadores externos también favorece o incrementa estos resultados

Panichawit et al⁽¹²⁾ por el contrario, no encuentran diferencias en los parámetros de área de contacto, pico de presión bajo el hallux ni el resto de parámetros medidos en la plataforma de distribución de presiones. Sin embargo, la muestra solamente incluye 5 sujetos y no cuenta con grupo control, por lo que sería interesante comprobar los efectos en estos parámetros sobre una muestra más grande, comparando los resultados obtenidos en intervenciones de distintas características o intensidades.

Por parte del estudio de BEK et al⁽⁵⁾, es necesario aclarar que en la metodología del estudio no se especifican las herramientas utilizadas para evaluar la posición del retropié o del ángulo de la primera articulación metatarsofalángica, por lo que la fiabilidad de los métodos utilizados no se puede contrastar con investigaciones que los respalden.

El estudio llevado a cabo por Riccio et al⁽³⁵⁾ es el único de los seleccionados en esta revisión que evalúa el desarrollo del arco plantar a lo largo de la infancia, por lo que no se pueden comparar los resultados con ensayos similares. Una limitación de este estudio puede ser la utilización del Arch Index como medio para objetivar la altura del arco y el desarrollo del mismo, ya que algunos autores dudan de la validez de este test para la estimación de la altura del arco plantar⁽⁴¹⁾.

Fuerza

La fuerza es la variable más estudiada en los artículos de esta revisión, ya que 7 ensayos la evalúan en su diseño. Sin embargo, existe también bastante heterogeneidad en cuanto a los instrumentos de medida para objetivarla.

Una de las conclusiones extraídas de los estudios de Goo et al^(36, 37) es que los efectos del fortalecimiento del glúteo mayor junto con el AbdH, repercuten no solo en esta musculatura, sino que también producen cambios en el porcentaje de contracción del vasto medial.

Es interesante resaltar el estudio de BEK et al⁽⁵⁾, en el que no hubo diferencia en la fuerza entre el grupo que realizaba una rutina de ejercicios domiciliarios y aquél en el que se aplicaban además distintos métodos de tratamiento (movilizaciones pasivas, ejercicios de propiocepción, electroterapia y vendajes), llegando incluso el grupo domiciliario a obtener una mejoría mayor en la fuerza desarrollada por el tibial posterior. Estos resultados aportan un gran valor al ET domiciliario como herramienta terapéutica, ya que indican que no existe una diferencia significativa con un grupo en el que se realizan tratamientos más costosos, en los que hay que invertir recursos y tiempo, tanto del paciente como del fisioterapeuta.

El artículo de Alvarez et al⁽²¹⁾, es el único de los 11 ensayos clínicos que valora la fuerza isocinética en la musculatura implicada, obteniendo también mejorías significativas.

Solamente 1 de los 7 artículos que recogen esta variable no obtiene resultados positivos en cuanto a la fuerza, Houck et al⁽⁶⁾ no evidencia diferencias pre y post tratamiento, ni entre grupos, en el que uno realiza un programa de estiramientos frente a otro que realiza estiramientos y fortalecimiento. Sin embargo, en las propias limitaciones del estudio, aclaran que se puede deber a una falta de intensidad en el protocolo de ejercicios pautados y a la falta de progresión en carga e intensidad que se debería llevar a cabo en el transcurso del estudio.

La carga de un programa de ejercicio que busque el fortalecimiento de un músculo debe ser progresiva, ya que la adaptación más común a las grandes cargas significa un aumento en la fuerza máxima que puede ejercer ese músculo⁽²⁵⁾.

Equilibrio

Pese a que los dos estudios que evalúan el equilibrio obtienen resultados positivos en todos los sujetos, ninguno de ellos incluye un grupo control en su diseño y las muestras de ambos no superan los 20 sujetos.

El objetivo de ambos trabajos y las pruebas de valoración son distintos también, ya que mientras Moon et al⁽⁴⁰⁾ evalúan los cambios inmediatos tras realizar varias series de ejercicio mediante el LOST, el programa de ejercicios propuesto por Khatatbeh et al⁽¹⁰⁾ tiene una duración de 12 semanas y evalúan el equilibrio mediante el SEBT.

Las diferencias metodológicas de ambos estudios y el hecho de no presentar un grupo control, no permiten tener en cuenta el efecto placebo, la progresión normal de la enfermedad y otros posibles sesgos.

Funcionalidad

Cuatro estudios valoran la repercusión de la patología en las actividades de la vida diaria o la funcionalidad, comparando los resultados antes y después de la intervención.

Panichawit et al⁽¹²⁾, exponen una mejoría significativa en el Foot Function Questionnaire de 10 puntos, aunque la falta de grupo control hace que no se tenga en cuenta el efecto placebo del tratamiento ni la regresión a la media.

Houcket al⁽⁶⁾, BEK et al⁽⁵⁾ y Kulig et al⁽³⁸⁾ evalúan los resultados previos y tras la intervención mediante el Foot Function Index. Ambos estudios hallan mejoría significativa en la funcionalidad, pero sin diferencias entre los grupos con los que comparan, excepto Kulig et al, que además de hallar mejoría significativas en todos los grupos, obtuvo mejores resultados en el grupo que ejecutó el ejercicio excéntrico. Pese a que existían diferencias significativas entre las mediciones previas en la subcategorías de dolor y discapacidad, los grupos eran homogéneos en el apartado de limitaciones de las actividades.

En el caso de BEK et al, es interesante apreciar que no hallan diferencias significativas en cuanto a funcionalidad entre el grupo que simplemente realiza los ejercicios de fortalecimiento y el que recibe otras variedades de tratamiento además del ejercicio realizadas en el centro por un profesional.

Tipo de ejercicio

La propuesta de los ejercicios de fortalecimiento en pacientes con pie plano se respalda en las investigaciones que objetivan un déficit de fuerza asociado al pie plano⁽¹⁷⁾⁽²⁴⁾⁽³⁰⁾⁽⁴²⁾.

Aunque en el programa de ejercicios de cada uno de los ensayos se incluyen múltiples ejercicios de fortalecimiento, en todos se realiza un ejercicio específico para el tibial posterior o para la musculatura intrínseca y AbdH.

El ejercicio de fortalecimiento más utilizado para el tibial posterior en los 5 estudios que lo incluyen fue el de aducción del pie^(5,6,12,21,38), mediante un dispositivo ideado para el ejercicio o mediante la utilización de bandas elásticas. Este ejercicio ha sido indicado debido a su selectividad y efectividad cuando se pretende incrementar la fuerza del tibial posterior⁽¹⁷⁾.

Los ensayos en los que se realiza el entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie, incluyen ejercicios de “acortamiento del pie” o Short Foot Exercise (SFE), que también han demostrado su eficacia en cuanto al reclutamiento de esta musculatura⁽⁴³⁾ frente a otros como el Towel-Curl Exercise. Los ejercicios del tipo SFE consisten en la aproximación de las cabezas de los metatarsianos hacia el calcáneo mediante la elevación del arco, mientras que en el Towel-Curl Exercise, la ejecución incluye la flexión de las articulaciones metatarsofalángeas e interfalángeas, como si se recogiese una toalla del suelo con los pies. Según estos estudios, el segundo ejercicio recluta en mayor medida la musculatura extrínseca del pie como el flexor largo del hallux, por lo que el porcentaje de contracción de la musculatura intrínseca es menor.

La justificación de los estiramientos dentro de los programas de ET, además de evitar las molestias ocasionadas por el trabajo de fortalecimiento, se basa en la relación que algunos autores establecen entre la disminución del arco longitudinal interno con un acortamiento del tríceps sural o del tendón de Aquiles⁽¹¹⁾.

En cuanto al volumen de ejercicio empleado en los estudios, la mayoría establecen 3 series de entre 10-30 repeticiones por lo que no se puede realizar una comparación con otras intervenciones con volúmenes distintos. Un dato importante que recogen todos los ensayos es que el ejercicio debe llevarse a cabo sin presencia de dolor, y la carga debe ser progresiva y continua para someter al músculo al estímulo necesario.

Diseño del programa

La heterogeneidad en la temporalización de los ensayos, dificulta la comparación de los resultados, ya que ésta oscila entre las 3 y las 12 semanas, y todos muestran mejorías en la mayoría de los parámetros estudiados.

Sin embargo, ninguno de los estudios tiene en cuenta el mantenimiento de los efectos a lo largo del tiempo, por lo que sería interesante objetivar la duración de los resultados a medio largo plazo o si un programa mantenido de forma regular fuese capaz de perpetuar estos beneficios.

La frecuencia con la que se realizan los ejercicios en la mayoría de los ensayos consiste en una o incluso dos veces al día, si bien en algunos casos se combina la realización de los ejercicios de forma domiciliaria con la visita al centro y la ejecución supervisada de éstos de forma semanal.

Bajo mi punto de vista pienso que el ejercicio terapéutico aplicado en el pie plano es un método de tratamiento no invasivo con muy pocas contraindicaciones y resultados muy positivos que pueden llegar a evitar intervenciones más costosas y sus posibles complicaciones. Sin embargo, creo que la principal dificultad de la aplicación de este tipo de tratamiento en clínica, radica en ser capaz de concienciar al paciente de que los resultados se obtienen a medio/largo plazo, por lo que es necesario un grado de empeño y constancia adecuado.

Como limitaciones de esta revisión es necesario destacar la baja calidad metodológica de los estudios, que en muchas ocasiones no llegan a tener en cuenta el efecto placebo del tratamiento en su diseño.

Otro aspecto a resaltar es la heterogeneidad de las herramientas de medición para cada una de las variables, que como se ha visto en este apartado, dificulta en gran medida la comparación de los resultados.

7. Conclusiones

- El ejercicio terapéutico es efectivo en el tratamiento de pacientes con pie plano.
- El ejercicio terapéutico disminuye el dolor en pacientes con pie plano, y en mayor medida si se realiza mediante el fortalecimiento de forma excéntrica.
- El ET produce una disminución en el aplanamiento del arco y puede que ayude al desarrollo del arco plantar de forma normal durante la infancia.
- Parece que el ET genera mejorías en varios parámetros del equilibrio, aunque serían necesarios nuevos estudios con mayor calidad metodológica que refuercen estos resultados.
- Los pacientes con pie plano presentan un déficit de fuerza en el tibial posterior, flexor del hallux. musculatura intrínseca del pie y AbdH que puede mejorar gracias a un programa de ET que incluya el fortalecimiento de estos grupos musculares.
- El ET mejora la funcionalidad de los pacientes con pie plano y disminuye la limitación en las actividades de la vida diaria.
- Los ejercicios más utilizados en los trabajos de investigación consisten en fortalecimiento del tibial posterior mediante aducción del pie y estiramiento del tríceps sural.
- La pauta de ejercicios más utilizada en los trabajos de investigación se centra en una ejecución diaria, entre 1 y 4 ejercicios de fortalecimiento de 10-20 repeticiones, estiramiento de tríceps sural y una duración de entre 3 y 12 semanas

Bibliografía

1. Lee CR, Kim MK. The Effects on Muscle Activation of Flatfoot during Gait According to the Velocity on an Ascending Slope. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2014 May;26(5):675-7.
2. Toullec E. Adult flatfoot. *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2015 Feb;101(1 Suppl):S11-7.
3. Evans AM, Rome K. A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2011 Mar;47(1):69-89.
4. Bowring B, Chockalingam N. Conservative treatment of tibialis posterior tendon dysfunction--a review. *Foot (Edinb)* [Internet]. 2010 Mar;20(1):18-26.
5. Bek N, Simsek IE, Erel S, Yakut Y, Uygur F. Home-based general versus center-based selective rehabilitation in patients with posterior tibial tendon dysfunction. *Acta Orthop Traumatol Turc* [Internet]. 2012 [acceso 3/25/2016 12:46:21 PM];46(4):286-92.
6. Houck J, Neville C, Tome J, Flemister A. Randomized Controlled Trial Comparing Orthosis Augmented by Either Stretching or Stretching and Strengthening for Stage II Tibialis Posterior Tendon Dysfunction. *Foot Ankle Int* [Internet]. 2015 Sep [acceso 3/25/2016 12:46:21 PM];36(9):1006-16.
7. Mendicino SS. Posterior tibial tendon dysfunction. *Clin Podiatr Med Surg* [Internet]. 2000 ;17(1):33-53.
8. Mosca VS. Flexible flatfoot in children and adolescents. *J Child Orthop* [Internet]. 2010 [acceso 3 May 2016];4(2):1-15 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77449101950&partnerID=40&md5=a97c3e30a6fb01008255d84be665e1c7>
9. Evans AM, Rome K. A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2011 Mar;47(1):69-89.
10. Khatatbeh M, Dabayeb I. Effectiveness of specialized small motor games for the improvement of dynamic balance in flexible flat foot. *Jordan Med J* [Internet]. 2012 [acceso 13 April 2016];46(4):320-30 Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84871561390&partnerID=40&md5=9e111cac8ef0480eb1185e38e9b20e55>.
11. Vulcano E, Deland JT, Ellis SJ. Approach and treatment of the adult acquired flatfoot deformity. *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2013 Dec;6(4):294-303.
12. Panichawit C, Bovonsunthonchai S, Vachalathiti R, Limpasutirachata K. Effects of Foot Muscles Training on Plantar Pressure Distribution during Gait, Foot Muscle Strength, and Foot Function in Persons with Flexible Flatfoot. *J Med Assoc Thai* [Internet]. 2015 Jun [acceso 3/25/2016 12:46:21 PM];98 Suppl 5:S12-7.

13. Bluman EM, Title CI, Myerson MS. Posterior tibial tendon rupture: a refined classification system. *Foot Ankle Clin* [Internet]. 2007 Jun;12(2):233,49.
14. Ringleb SI, Kavros SJ, Kotajarvi BR, Hansen DK, Kitaoka HB, Kaufman KR. Changes in gait associated with acute stage II posterior tibial tendon dysfunction. *Gait Posture* [Internet]. 2007 [acceso 7 June 2016];25(4):555-64 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33847387213&partnerID=40&md5=f07703045ffeca0e55eb4fb0eac1104e>
15. Lee C-, Kim M-, Cho MS. The Relationship between balance and foot pressure in fatigue of the plantar intrinsic foot muscles of adults with flexible flatfoot. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2012 [acceso 8 June 2016];24(8):699-701 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84869225190&partnerID=40&md5=bc5dccc6abd90db0fbd89f1dc24fead8>
16. Anderson GS, Deluigi F, Belli G, Tentoni C, Gaetz MB. Training for improved neuro-muscular control of balance in middle aged females. *J Bodywork Mov Ther* [Internet]. 2016 [acceso 12 June 2016];20(1):10-8 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84958036015&partnerID=40&md5=be3c73bbded5e7321fdb6b9e0ae8b9ce>
17. Kulig K, Burnfield JM, Requejo SM, Sperry M, Terk M. Selective activation of tibialis posterior: evaluation by magnetic resonance imaging. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2004 May;36(5):862-7.
18. Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech* [Internet]. 1987 ;20(5):547-51.
19. Edwards MR, Jack C, Singh SK. Tibialis posterior dysfunction. *Curr Orthop* [Internet]. 2008 [acceso 19 May 2016];22(3):185-92 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-48149108410&partnerID=40&md5=d0631a1b57ea28e9a7132038b488eace>
20. Nielsen MD, Dodson EE, Shadrack DL, Catanzariti AR, Mendicino RW, Malay DS. Nonoperative care for the treatment of adult-acquired flatfoot deformity. *J Foot Ankle Surg* [Internet]. 2011 May-Jun;50(3):311-4.
21. Alvarez RG, Marini A, Schmitt C, Saltzman CL. Stage I and II posterior tibial tendon dysfunction treated by a structured nonoperative management protocol: an orthosis and exercise program. *Foot Ankle Int* [Internet]. 2006 Jan [acceso 3/25/2016 12:46:21 PM];27(1):2-8.
22. Kamiya T, Uchiyama E, Watanabe K, Suzuki D, Fujimiya M, Yamashita T. Dynamic effect of the tibialis posterior muscle on the arch of the foot during cyclic axial loading. *Clin Biomech* [Internet]. 2012 [acceso 7 June 2016];27(9):962-6 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84866358232&partnerID=40&md5=d680415423794ba3b9e335135954717d>

23. Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Man Ther* [Internet]. 2013 [acceso 7 June 2016];18(5):425-30 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84883276571&partnerID=40&md5=0b0190bc0874d9569169e3257e560d09>
24. Tashiro Y, Fukumoto T, Uritani D, Matsumoto D, Nishiguchi S, Fukutani N, et al. Children with flat feet have weaker toe grip strength than those having a normal arch. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2015 Nov;27(11):3533-6.
25. Kisner C, Colby LA. *Ejercicio terapéutico :fundamentos y técnicas* [Internet]. 5ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2010.
26. Ruiz Morales A, Morillo Zárate LE. *Epidemiología clínica: investigación clínica aplicada* [Internet]. 1ª Ed. ed. Bogotá: Médica Internacional; 2004.
27. [Internet].; 2009 []. Available from: <https://www.refworks.com/content/products/content.asp>.
28. Vinicombe A, Raspovic A, Menz HB. Reliability of navicular displacement measurement as a clinical indicator of foot posture. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2001 May;91(5):262-8.
29. McCrory JL, Young MJ, Boulton AJM, Cavanagh PR. Arch index as a predictor of arch height. *FOOT* [Internet]. 1997 [acceso 25 May 2016];7(2):79-81 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0030844725&partnerID=40&md5=b68a4c743bef135a83608dcea4e34220>
30. Houck J, Nomides C, Neville C, Samuel Flemister A. The effect of Stage II posterior tibial tendon dysfunction on deep compartment muscle strength: a new strength test. *Foot Ankle Int* [Internet]. 2008 ;29(9):895-902.
31. Hoch M, Gaven S, Weinhandl J. Kinematic predictors of star excursion balance test performance in individuals with chronic ankle instability. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* [Internet]. 2016 ;35:37-41.
32. Budiman-Mak E, Conrad KJ, Mazza J, Stuck RM. A review of the foot function index and the foot function index - revised. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2013 [acceso 25 May 2016];6(1) Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84874139794&partnerID=40&md5=6a75b7feb118c16f66eac615c00e36a2>
33. Swiontkowski MF. Short musculoskeletal function assessment questionnaire: Validity, reliability, and responsiveness. *J Bone Joint Surg Am* [Internet]. 1999 ;81(9):1245-60.
34. Primo J. Niveles de evidencia y grados de recomendación. *Enfermedad Inflamatoria Intestinal al día* [Internet]. 2003 ;2(2):39-42 Disponible en: <http://www.svpd.org/mbe/niveles-grados.pdf>.
35. Riccio I, Gimigliano F, Gimigliano R, Porpora G, Iolascon G. Rehabilitative treatment in flexible flatfoot: a perspective cohort study. *Chir Organi Mov* [Internet]. 2009 [acceso 13 April

2016];93(3):101-7 Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77953040676&partnerID=40&md5=09747c168e9960ffb23336a276a901db>

36. Goo Y-, Kim D-, Kim T-. The effects of hip external rotator exercises and toe-spread exercises on lower extremity muscle activities during stair-walking in subjects with pronated foot. J Phys Ther Sci [Internet]. 2016 [acceso 2 May 2016];28(3):816-9 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84962019065&partnerID=40&md5=42bb45a5e6f12e2ef4c0d0ee1d233c17>

37. Goo Y-, Kim T-, Lim J-. The effects of gluteus maximus and abductor hallucis strengthening exercises for four weeks on navicular drop and lower extremity muscle activity during gait with flatfoot. J Phys Ther Sci [Internet]. 2016 [acceso 2 May 2016];28(3):911-5 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84962038071&partnerID=40&md5=1f58038a828de91d536c192e3567d735>

38. Kulig K, Reischl SF, Pomrantz AB, Burnfield JM, Mais-Requejo S, Thordarson DB, et al. Nonsurgical management of posterior tibial tendon dysfunction with orthoses and resistive exercise: a randomized controlled trial. Phys Ther [Internet]. 2009 Jan [acceso 3/25/2016 12:46:21 PM];89(1):26-37.

39. Jung D-, Koh E-, Kwon O-. Effect of foot orthoses and short-foot exercise on the cross-sectional area of the abductor hallucis muscle in subjects with pes planus: A randomized controlled trial. J Back Musculoskelet Rehabil [Internet]. 2011 [acceso 13 April 2016];24(4):225-31 Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84856377807&partnerID=40&md5=3d16cf90bdc56608f3d05bf59c036883>

40. Moon D-, Kim K, Lee S-. Immediate effect of short-foot exercise on dynamic balance of subjects with excessively pronated feet. J Phys Ther Sci [Internet]. 2014 [acceso 13 April 2016];26(1):117-9 Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84893607692&partnerID=40&md5=6821c6af12ea7595fd630d718628d4fd>

41. Urry SR, Wearing SC. Arch indexes from ink footprints and pressure platforms are different. Foot [Internet]. 2005 [acceso 2 June 2016];15(2):68-73 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-18944400475&partnerID=40&md5=0df27d5aa1e0cb4f9b7a05dc3c17a3b1>

42. Lee C-, Kim M-. The effects on muscle activation of flatfoot during gait according to the velocity on an ascending slope. J Phys Ther Sci [Internet]. 2014 [acceso 30 May 2016];26(5):675-7 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84901590389&partnerID=40&md5=7083452a9043886d1e0f54162f70466f>

43. Lynn SK, Padilla RA, Tsang KKW. Differences in static- and dynamic-balance task performance after 4 weeks of intrinsic-foot-muscle training: The short-foot exercise versus the towel-curl exercise. J Sport Rehabil [Internet]. 2012 [acceso 5 June 2016];21(4):327-33 Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84874802551&partnerID=40&md5=c6164d3272fe06e4fbeatfeda529dd07d>.

ANEXOS

Anexo 1. Foot Posture Index

Foot Posture Index Datasheet

<i>Patient name</i>	<i>ID number</i>
---------------------	------------------

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date _____		Date _____		Date _____	
			Comment _____		Comment _____		Comment _____	
			Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2
Rearfoot	Talar head palpation	<i>Transverse</i>						
	Curves above and below the lateral malleolus	<i>Frontal/ transverse</i>						
	Inversion/eversion of the calcaneus	<i>Frontal</i>						
Forefoot	Prominence in the region of the TNJ	<i>Transverse</i>						
	Congruence of the medial longitudinal arch	<i>Sagittal</i>						
	Abd/adduction forefoot on rearfoot	<i>Transverse</i>						
	TOTAL							

Reference values

Normal = 0 to +5
 Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+
 Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

©Anthony Redmond 1998
 (May be copied for clinical use and adapted
 with the permission of the copyright holder)
www.leeds.ac.uk/medicine/FASTER/FPI

Anexo 2. Arch Index

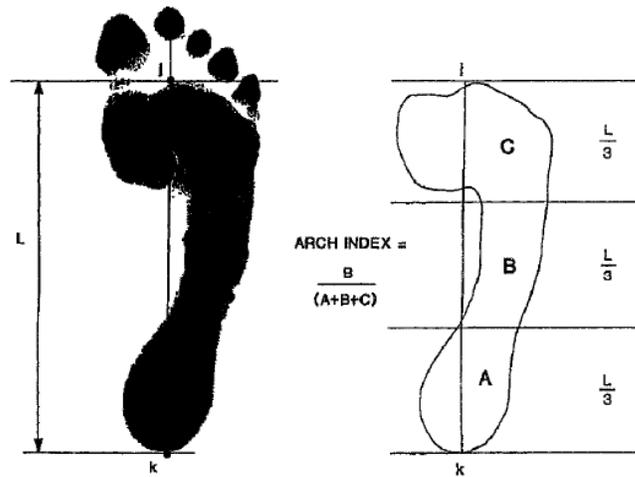


Fig. 1—(A) The footprint is taken with clear forensic ink and coated paper. The points (j) and (k) are identified as described in the text. (B) The outline of the footprint, excluding the toes, is traced using a digitizing tablet. It is then divided into equal thirds by parallel lines that are perpendicular to the line (jk) The arch index (AI) is calculated as the ratio of the midfoot area (B) to the area of the entire foot excluding the toes (A + B + C).

Anexo 3. Escala Visual Analógica

Visual Analog Scale (VAS)†



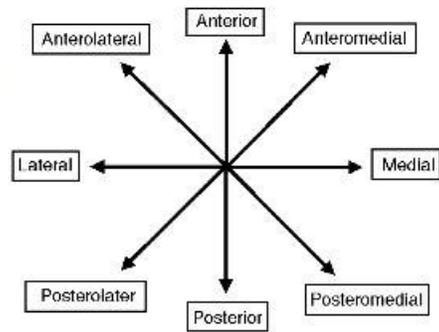
Anexo 4. Navicular Drop Test



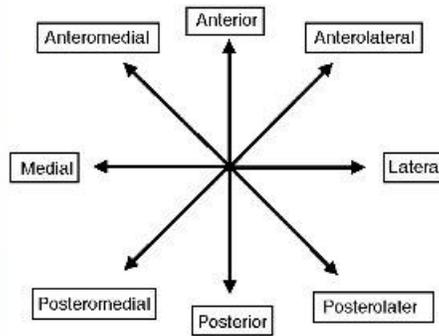
Anexo 5. Star Excursion Balance Test



Left Limb Stance



Right Limb Stance



Anexo 6. Niveles de evidencia

Nivel de evidencia	Tipo de estudio
1a	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad.
1b	Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza estrecho.
1c	Práctica clínica ("todos o ninguno") (*)
2a	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad.
2b	Estudio de cohortes o ensayo clínico aleatorizado de baja calidad (**)
2c	<i>Outcomes research</i> (***), estudios ecológicos.
3a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad.
3b	Estudio de casos y controles.
4	Serie de casos o estudios de cohortes y de casos y controles de baja calidad (****)
5	Opinión de expertos sin valoración crítica explícita, o basados en la fisiología, <i>bench research</i> o <i>first principles</i> (*****)

Se debe añadir un signo menos (-) para indicar que el nivel de evidencia no es concluyente si:

- Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza amplio y no estadísticamente significativo.
- Revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa.

(*) Cuando todos los pacientes mueren antes de que un determinado tratamiento esté disponible, y con él algunos pacientes sobreviven, o bien cuando algunos pacientes morían antes de su disponibilidad, y con él no muere ninguno.

(**) Por ejemplo, con seguimiento inferior al 80%.

(***) El término *outcomes research* hace referencia a estudios de cohortes de pacientes con el mismo diagnóstico en los que se relacionan los eventos que suceden con las medidas terapéuticas que reciben.

(****) Estudio de cohortes: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas y/o sin seguimiento completo y suficientemente prolongado. Estudio de casos y controles: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas.

(*****) El término *first principles* hace referencia a la adopción de determinada práctica clínica basada en principios fisiopatológicos.

Anexo 7. Grado de recomendación

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
A	Estudios de nivel 1.
B	Estudios de nivel 2-3, o extrapolación de estudios de nivel 1.
C	Estudios de nivel 4, o extrapolación de estudios de nivel 2-3.
D	Estudios de nivel 5, o estudios no concluyentes de cualquier nivel.

La extrapolación se aplica cuando nuestro escenario clínico tiene diferencias importantes respecto a la situación original del estudio.

Anexo 8. Foot Functional Index

This questionnaire has been designed to give your therapist information as to how your foot pain has affected your ability to manage in everyday life. Please answer every question. For each of the following questions, we would like you to score each question on a scale from 0 (no pain or difficulty) to 10 (worst pain imaginable or so difficult it required help) that best describes your foot over the past WEEK. Please read each question and place a number from 0-10 in the corresponding box.

No Pain 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Worst Pain Imaginable

Pain Subscale: How severe is your foot pain:

Foot pain at its worst?		Pain standing with shoes?	
Foot pain in morning?		Pain walking with orthotics?	
Pain walking barefoot?		Pain standing with orthotics?	
Pain standing barefoot?		Foot pain at end of day?	
Pain walking with shoes?			

Disability Subscale: How much difficulty did you have:

Difficulty walking in house?		Difficulty standing tip toe?	
Difficulty walking outside?		Difficulty getting up from chair?	
Difficulty walking 4 blocks?		Difficulty climbing curbs?	
Difficulty climbing stairs?		Difficulty walking fast?	
Difficulty descending stairs?			

Activity Limitation Subscale: How much of the time do you:

Stay inside all day because of feet?		Use assistive device indoors?	
Stay in bed because of feet?		Use assistive device outdoors?	
Limit activities because of feet?			

Office Use Only: Score: ____/230 points (MDC: 7 points; No Disability "0")			
Number of PT Sessions: ____	Gender: M F	Age: ____	PT Initials: ____
ICD-9 Code: _____			

Anexo 9. Short Musculoskeletal Function Assessment

Appendix					
SHORT MUSCULOSKELETAL FUNCTION ASSESSMENT					
Instructions					
We are interested in finding out how you are managing with your injury or arthritis this week. We would like to know about any problems you may be having with your daily activities because of your injury or arthritis.					
Please answer each question by putting a check in the box corresponding to the choice that best describes you.					
These questions are about how much difficulty you may be having this week with your daily activities because of your injury or arthritis.					
	Not at All Difficult	A Little Difficult	Moderately Difficult	Very Difficult	Unable To Do
1. How difficult is it for you to get in or out of a low chair?	<input type="checkbox"/>				
2. How difficult is it for you to open medicine bottles or jars?	<input type="checkbox"/>				
3. How difficult is it for you to shop for groceries or other things?	<input type="checkbox"/>				
4. How difficult is it for you to climb stairs?	<input type="checkbox"/>				
5. How difficult is it for you to make a tight fist?	<input type="checkbox"/>				
6. How difficult is it for you to get in or out of the bathtub or shower?	<input type="checkbox"/>				
7. How difficult is it for you to get comfortable to sleep?	<input type="checkbox"/>				
8. How difficult is it for you to bend or kneel down?	<input type="checkbox"/>				
9. How difficult is it for you to use buttons, snaps, hooks, or zippers?	<input type="checkbox"/>				
10. How difficult is it for you to cut your own fingernails?	<input type="checkbox"/>				
11. How difficult is it for you to dress yourself?	<input type="checkbox"/>				
12. How difficult is it for you to walk?	<input type="checkbox"/>				
13. How difficult is it for you to get moving after you have been sitting or lying down?	<input type="checkbox"/>				
14. How difficult is it for you to go out by yourself?	<input type="checkbox"/>				
15. How difficult is it for you to drive?	<input type="checkbox"/>				
16. How difficult is it for you to clean yourself after going to the bathroom?	<input type="checkbox"/>				
17. How difficult is it for you to turn knobs or levers (for example, to open doors or to roll down car windows)?	<input type="checkbox"/>				
18. How difficult is it for you to write or type?	<input type="checkbox"/>				
19. How difficult is it for you to pivot?	<input type="checkbox"/>				
20. How difficult is it for you to do your usual physical recreational activities, such as bicycling, jogging, or walking?	<input type="checkbox"/>				
21. How difficult is it for you to do your usual leisure activities, such as hobbies, crafts, gardening, card-playing, or going out with friends?	<input type="checkbox"/>				
22. How much difficulty are you having with sexual activity?	<input type="checkbox"/>				
23. How difficult is it for you to do light housework or yard work, such as dusting, washing dishes, or watering plants?	<input type="checkbox"/>				
24. How difficult is it for you to do heavy housework or yard work, such as washing floors, vacuuming, or mowing lawns?	<input type="checkbox"/>				
25. How difficult is it for you to do your usual work, such as a paid job, housework, or volunteer activities?	<input type="checkbox"/>				
These next questions ask how often you are experiencing problems this week because of your injury or arthritis.					
	None of the Time	A Little of the Time	Some of the Time	Most of the Time	All of the Time
26. How often do you walk with a limp?	<input type="checkbox"/>				
27. How often do you avoid using your painful limb(s) or back?	<input type="checkbox"/>				
28. How often does your leg lock or give-way?	<input type="checkbox"/>				
29. How often do you have problems with concentration?	<input type="checkbox"/>				
30. How often does doing too much in one day affect what you do the next day?	<input type="checkbox"/>				
31. How often do you act irritable toward those around you (for example, snap at people, give sharp answers, or criticize easily)?	<input type="checkbox"/>				
32. How often are you tired?	<input type="checkbox"/>				
33. How often do you feel disabled?	<input type="checkbox"/>				
34. How often do you feel angry or frustrated that you have this injury or arthritis?	<input type="checkbox"/>				
These questions are about how much you are bothered by problems you are having this week because of your injury or arthritis.					
	Not at All Bothered	A Little Bothered	Moderately Bothered	Very Bothered	Extremely Bothered
35. How much are you bothered by problems using your hands, arms, or legs?	<input type="checkbox"/>				
36. How much are you bothered by problems using your back?	<input type="checkbox"/>				
37. How much are you bothered by problems doing work around your home?	<input type="checkbox"/>				
38. How much are you bothered by problems with bathing, dressing, toileting, or other personal care?	<input type="checkbox"/>				
39. How much are you bothered by problems with sleep and rest?	<input type="checkbox"/>				
40. How much are you bothered by problems with leisure or recreational activities?	<input type="checkbox"/>				
41. How much are you bothered by problems with your friends, family, or other important people in your life?	<input type="checkbox"/>				
42. How much are you bothered by problems with thinking, concentrating, or remembering?	<input type="checkbox"/>				
43. How much are you bothered by problems adjusting or coping with your injury or arthritis?	<input type="checkbox"/>				
44. How much are you bothered by problems doing your usual work?	<input type="checkbox"/>				
45. How much are you bothered by problems with feeling dependent on others?	<input type="checkbox"/>				
46. How much are you bothered by problems with stiffness and pain?	<input type="checkbox"/>				

