



---

**Universidad de Valladolid**

# **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA**

## ***GRADO EN FISIOTERAPIA***

### **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Efectos del ejercicio terapéutico sobre la musculatura del tobillo y la musculatura intrínseca del pie en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo. Revisión sistemática**

**Presentado por: Estrella Illera Domínguez**

**Tutor: Ignacio Hernando Garijo**

**Soria, a 24 de noviembre de 2022**



## ÍNDICE

GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	4
RESUMEN .....	5
1. Introducción .....	6
1.1 Concepto.....	6
1.2 Etiopatogenia y factores de riesgo .....	6
1.3 Manifestaciones clínicas .....	7
1.4 Diagnóstico .....	8
1.5 Tratamiento .....	10
1.5.1 Entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie.....	10
1.5.2 Entrenamiento de la musculatura movilizadora del tobillo.....	12
1.6 Justificación.....	12
2. Objetivos .....	13
3. Material y métodos.....	14
3.1 Estrategia de búsqueda .....	14
3.2 Selección de artículos .....	14
3.3 Selección y análisis de datos.....	14
4. Resultados.....	15
4.1 Calidad metodológica de los estudios .....	16
4.2. Características de los estudios.....	18
4.3 Efectos terapéuticos .....	19
4.3.1 Entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie.....	19
4.3.2 Entrenamiento de la musculatura movilizadora del tobillo.....	19
5. Discusión .....	20
6. Conclusión.....	22
BIBLIOGRAFÍA.....	23
ANEXOS.....	I
Anexo I. Estrategia de búsqueda .....	I
Anexo II. Tabla de resultados de los artículos incluidos. ....	II

## **GLOSARIO DE ABREVIATURAS**

**AII:** Ankle Instability Instrument

**BESS:** Balance Error Scoring System

**CAIT:** Cumberland Ankle Instability Tool

**DPA:** Disablement in the Physically Active scale

**ECAs:** Ensayo Clínico Aleatorizado

**ELT:** Esguince Lateral de Tobillo

**FAAM:** Foot and Ankle Ability Measure

**GRF:** Global Rating of Function

**ICT:** Inestabilidad Crónica de Tobillo

**IdFAI:** The Identification of Functional Ankle Instability

**LPAA:** Ligamento Peroneo-Astragalino Anterior

**MIP:** Musculatura Intrínseca del Pie

**MMT:** Musculatura Movilizadora del Tobillo

**PRISMA:** Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses

**ROM:** Rango de movimiento

**SEBT:** Star Excursión Balance Test

**SEMCPPT:** Sociedad Española de Medicina y Cirugía del Pie y Tobillo

**VAS:** Visual Analog Scale

**WBLT:** Weight Bearing Lunge Test

## RESUMEN

**Introducción:** La inestabilidad crónica de tobillo (ICT) es una de las patologías más comunes en el ámbito deportivo. Es una condición multifactorial que cursa con síntomas persistentes de inestabilidad percibida y/o inestabilidad mecánica que suelen venir asociados a esguinces recurrentes de tobillo. La mayor parte de pacientes se podrían beneficiar del ejercicio terapéutico, evitando así la cirugía. Existe literatura reciente de ensayos clínicos que estudian los efectos del entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie (MIP) y/o del entrenamiento de la musculatura movilizadora del tobillo (MMT) en estos pacientes.

**Objetivos:** El objetivo de esta revisión fue determinar los efectos del entrenamiento de la MIP y/o del entrenamiento de la MMT en la capacidad funcional, el equilibrio estático, el equilibrio dinámico, la inestabilidad, el rango de movimiento (ROM) y la fuerza en pacientes con ICT.

**Metodología:** Se realizó una revisión sistemática con búsquedas en las bases de datos Medline, Cochrane Library, PEDro, WOS y Scopus. Se seleccionaron ensayos clínicos aleatorizados que analizaran los efectos del entrenamiento de la MIP y/o del entrenamiento de la MMT en la capacidad funcional, el equilibrio estático, el equilibrio dinámico, la inestabilidad, el ROM y/o la fuerza en sujetos con ICT.

**Resultados:** Diez estudios cumplieron los criterios de inclusión. El entrenamiento de la MIP mejoró el equilibrio dinámico, la inestabilidad y el ROM de eversión. El entrenamiento de la MMT mejoró el equilibrio y la fuerza de tobillo.

**Conclusión:** El entrenamiento de la MIP ha mostrado beneficios a corto plazo en el equilibrio dinámico, la inestabilidad y el ROM de eversión en pacientes con ICT. El entrenamiento de la MMT ha demostrado mejorar el equilibrio y la fuerza de tobillo a corto plazo en pacientes con ICT.

**Palabras clave:** Inestabilidad crónica, tobillo, pie, ejercicio terapéutico.

## **1. Introducción**

### **1.1 Concepto**

En las últimas décadas, el incremento en la participación en actividades deportivas ha supuesto una mayor incidencia de lesiones musculoesqueléticas. El esguince lateral de tobillo (ELT) es una de las patologías más comunes sufridas dentro del ámbito deportivo (1). En Estados Unidos representa aproximadamente el 15% de todas las lesiones deportivas (1). El 46% de los ELT iniciales acaban desencadenando inestabilidad crónica de tobillo (ICT) (2). Su desarrollo repercute negativamente en el individuo provocando una reducción del rendimiento deportivo y de la calidad de vida. La ICT parece aumentar el riesgo de aparición de lesiones secundarias asociadas, como osteoartritis prematura postraumática, pinzamiento peroneoastragalino o lesiones de los tendones peroneos (3–5).

Para definir la ICT conviene exponer distintos modelos que han surgido para tratar de entender esta patología (6). Primero apareció el modelo de inestabilidad funcional de Freeman et al. (7) en 1965, para hacer referencia a la discapacidad que se aprecia cuando el pie cede años después del primer ELT. Estos consideraron como posible fuente de inestabilidad funcional una desaferenciación de fibras nerviosas surgida tras el ELT que producen alteraciones en el control sensoriomotor (6,7). En la década de 1980, se introdujo el término de “inestabilidad mecánica” para hacer referencia a las alteraciones del componente estructural que generan inestabilidad (6,8). En 2002, Hertel (9) utiliza el concepto de ICT por primera vez, englobando en este los conceptos de inestabilidad mecánica y funcional. El modelo más reciente es el de Hertel y Corbett (6) de 2019, que explica como a través de una lesión inicial tras un ELT se pueden desencadenar alteraciones patológicas en la mecánica, la propiocepción y el componente motor que interactúan influenciadas por factores biopsicosociales, dando un espectro heterogéneo de presentaciones de ICT.

En la literatura no se da una definición concisa de ICT, pero atendiendo a los modelos más actuales, se define como condición multifactorial que cursa con síntomas persistentes de inestabilidad funcional y/o mecánica que suelen venir asociados a esguinces recurrentes de tobillo, que perduran al menos un año después del ELT inicial (3,10,11).

### **1.2 Etiopatogenia y factores de riesgo**

La ICT se origina por la presencia de inestabilidad mecánica y/o inestabilidad funcional. La mecánica hace referencia al movimiento del tobillo por encima del rango fisiológico consecuencia de la laxitud patológica ligamentosa, la degeneración articular, las restricciones de la artrocinemática y la irritación sinovial. La funcional, a la sensación subjetiva de cesión del tobillo consecuencia de alteraciones propioceptivas y del control neuromuscular, postural y de fuerza (9).

Entre los posibles factores involucrados en su desarrollo, el principal es un ELT previo (9). Se ve afectado principalmente el ligamento peroneo-astragalino anterior (LPAA), siendo el mecanismo lesional más frecuente la inversión subastragalina forzada acompañada de flexión plantar talocrural y aducción (1,3,10).

Diversos factores de riesgo parecen condicionar el desarrollo de la ICT, afectando a la respuesta del individuo ante la lesión. Entre los factores de riesgo, se destaca (6):

- Las características demográficas: la presencia de ICT parece ser mayor en menores de 18 años (63%) en comparación con sujetos de 18-25 años (36%), lo que podría sugerir una mayor afectación en individuos más jóvenes (2). En referencia al sexo, hay autores que indican que la presencia de ICT es mayor en mujeres (12) y otros en hombres (13). La evidencia tampoco es concluyente respecto a otros factores como el peso y el nivel de actividad (2).
- Antecedentes médicos: la existencia de otras patologías, de episodios de ELT y de tratamientos previos y actuales condicionan el desarrollo de la ICT. Un ejemplo es el Síndrome de Marfan, patología que cursa con alteraciones del complejo ligamentoso, que podría incrementar el riesgo de sufrir esguinces y desarrollo de ICT (14).
- Acceso a rehabilitación: la mayoría de los pacientes que sufren un ELT no se someten a una rehabilitación específica y dirigida (4). La ausencia de rehabilitación parece aumentar el riesgo de desarrollar ICT.
- Características físicas y morfología estructural: se ha visto que ciertas condiciones parecen aumentar el riesgo de desarrollar ICT, como son la hiperlaxitud, las alteraciones en varo de la extremidad inferior o un mediopie cavo.
- Factores psicológicos: un afrontamiento pasivo frente a un ELT inicial podría incrementar la probabilidad de desarrollo de ICT (6).
- Tipo de deporte practicado: entre el 61% y el 38% de los deportistas que practican fútbol acaban sufriendo ICT. Esto también ocurre en el 41% de los deportistas que practican atletismo (11) y en otros deportes, como el baloncesto y voleibol (15).

### **1.3 Manifestaciones clínicas**

Los pacientes con ICT son muy heterogéneos en la presentación de sus déficits. Se pueden dar alteraciones mecánicas, de la percepción y motoras.

Entre las alteraciones mecánicas se puede observar laxitud patológica. Provoca un incremento de la translación y rotación interna del astrágalo, aumentando la inestabilidad lateral. También se ha observado una mayor anteriorización del peroné distal en relación con la tibia que limita su deslizamiento hacia posterior (6). En un elevado número de casos se observa una reducción en la dorsiflexión del tobillo debido a restricciones del deslizamiento posterior del astrágalo sobre la tibia o de la elasticidad del tríceps sural (3,6). El resto de movimientos del tobillo también pueden verse restringidos.

En relación a las alteraciones de la percepción, es posible encontrar afectado el sentido de la posición articular del tobillo. Esto se evidencia al observar que los pacientes con ICT hacen mayor uso de la información visual durante tareas de equilibrio unipodal (16). En algunos casos pueden producirse alteraciones en la sensibilidad cutánea, con regiones de hipoestesia e hiperestesia.

Por otro lado, estos pacientes pueden experimentar dolor en la región del tobillo y miedo desproporcionado al movimiento (6).

Entre las alteraciones motoras se encuentran alteraciones en la fuerza, el equilibrio y la cinemática. En estos pacientes se ha visto una reducción generalizada de la fuerza isométrica, concéntrica y excéntrica del tobillo (6). La reducción de la fuerza no sólo afecta a la musculatura del tobillo, sino que se extiende a otras regiones como la cadera, la rodilla o el pie. Los sujetos con ICT presentan déficits en el equilibrio, que afectan al desempeño tanto de actividades dinámicas como estáticas. Se ha observado que en los sujetos con ICT se afecta la capacidad de reorganización tras un estímulo perturbador externo dando lugar a tiempos de estabilización más lentos (17). Ante perturbaciones repentinas en inversión presentan respuestas de activación más tardías de los músculos peroneos (6). Entre las alteraciones cinemáticas, los pacientes con ICT parecen realizar una mayor flexión plantar e inversión durante la marcha y la carrera, y una mayor carga del peso hacia la parte externa del pie (18). El conjunto de manifestaciones clínicas que comprende la ICT se traduce en una reducción del nivel de actividad física y de la capacidad funcional (6,19).

#### **1.4 Diagnóstico**

El diagnóstico de ICT se puede realizar a través de la historia clínica, cuestionarios autoinformados, pruebas clínicas y de imagen. La anamnesis permite conocer aspectos relevantes como fecha de inicio, síntomas residuales o episodios de esguinces recurrentes.

El Consorcio Internacional de Tobillo concluye que debe transcurrir al menos 1 año desde el primer esguince importante de tobillo para considerarse crónico y recomienda el uso de cuestionarios autoinformados (4). Los más utilizados son *Cumberland Ankle Instability Tool* (CAIT), *Ankle Instability Instrument* (AII), *The Identification of Functional Ankle Instability* (IdFAI) y *Foot and Ankle Ability Measure* (FAAM), que evalúan la inestabilidad funcional del tobillo. Cabe destacar que la inestabilidad percibida por parte del paciente es uno de los criterios más importantes para el diagnóstico de la ICT (10). Los cuestionarios se detallan en la tabla 1.



Tabla 1. Características de los cuestionarios autoinformados que evalúan la ICT (4,20)

Cuestionarios	Características
CAIT	<p>Evalúa la inestabilidad funcional de tobillo</p> <p>9 ítems</p> <p>Puntuación de 0 a 30 puntos. A mayor puntuación, mayor estabilidad</p> <p>Puntuación de corte original: <math>\leq 27</math> indica ICT</p> <p>Puntuación recalibrada de corte: <math>\leq 25</math> indica ICT</p>
All	<p>Evalúa la inestabilidad funcional de tobillo</p> <p>9 preguntas</p> <p>Respuestas de SÍ o NO</p> <p>Puntuación de corte: 5 o más respuestas con SÍ (debe incluir la 1ª pregunta) indica ICT</p>
IdFAI	<p>Evalúa la inestabilidad funcional de tobillo</p> <p>10 ítems</p> <p>Puntuaciones de 0 a 37 puntos. A mayor puntuación, mayor afectación de la estabilidad</p> <p>Puntuación de corte: <math>\geq 11</math> indica ICT</p>
FAAM	<p>Evalúa la función del pie y tobillo</p> <p>Dos subescalas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- FAAM-SPORT: actividades deportivas. 8 ítems. Puntuación de 0 a 32</li> <li>- FAAM-ADL: actividades diarias. 21 ítems. Puntuación de 0 a 84</li> </ul> <p>Las puntuaciones finales se representan como un porcentaje. A mayor porcentaje, mayor función</p> <p>Puntuación de corte: FAAM-SPORT <math>&lt; 80\%</math> indica ICT. FAAM-ADL <math>&lt; 90\%</math> indica ICT</p>

CAIT: *Cumberland Ankle Instability Tool*; All: *Ankle Instability Instrument*; IdFAI: *Identification of Functional Ankle Instability*; FAAM: *Foot and Ankle Ability Measure*; ICT: inestabilidad crónica de tobillo.

Previo a las pruebas clínicas, se debe explorar ambos tobillos en carga y durante la marcha en busca de un posible varo del retropié. También se debe valorar la existencia de zonas dolorosas a la palpación y a los distintos movimientos, cuantificando el rango de movimiento (ROM) del tobillo.

Las pruebas ortopédicas más usadas para evaluar la laxitud ligamentosa son la prueba del cajón anterior del astrágalo y la prueba de inclinación en varo del astrágalo (21).

Las pruebas por imagen son otro método diagnóstico a realizar en ambos tobillos. Las más usadas son las radiografías en carga y en estrés, donde se valora si la mortaja es simétrica y se cuantifica el bostezo lateral. También se emplean la ecografía dinámica y en estrés, y la tomografía computarizada. En caso de lesiones asociadas, se emplea resonancia magnética nuclear (21).

## **1.5 Tratamiento**

Las principales opciones son el tratamiento conservador y la cirugía. La Sociedad Española de Medicina y Cirugía del Pie y Tobillo (SEMCPT) indica que se debe optar como primera opción por el tratamiento conservador (21). Por su parte, el tratamiento quirúrgico está indicado cuando este fracasa y el paciente sigue reportando síntomas que lo incapacitan en su día a día. Dentro de las técnicas quirúrgicas, las más usadas son la reparación anatómica de los ligamentos laterales mediante la técnica de Broström y la reconstrucción anatómica tendinosa de los ligamentos laterales (21). Las técnicas quirúrgicas no anatómicas no se aconsejan, porque aumentan el riesgo de artrosis degenerativa de la articulación del tobillo por constricción (21).

En ocasiones se opta por el uso complementario de órtesis o vendajes. Contribuyen a proporcionar una estabilización pasiva y a una mayor sensación de seguridad durante la actividad. Sin embargo, se supe el trabajo de la musculatura evitando su activación, por lo tanto se debe limitar su uso (22).

El tratamiento fisioterápico de la ICT se establece en función de las alteraciones que presenta cada paciente. El ejercicio terapéutico se postula como la estrategia más interesante para abordar las alteraciones mecánicas y funcionales (23). Se emplean ejercicios de propiocepción para tratar la desaferenciación somatosensorial; los ejercicios de fortalecimiento para tratar la debilidad muscular, y los estiramientos activos para tratar restricciones musculares. En los casos de restricciones de ROM, se puede complementar con terapia manual (23).

### **1.5.1 Entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie**

La musculatura intrínseca del pie (MIP) tiene su origen e inserción en el pie. Funcionalmente cobra mayor importancia la musculatura plantar, constituida por 4 capas. La primera y más superficial, profunda a la aponeurosis plantar, está formada por el abductor del dedo gordo, flexor corto de los dedos y abductor del dedo meñique. La segunda, por el cuadrado plantar y lumbricales. La tercera está formada por el flexor corto del dedo gordo, flexor corto del meñique y la cabeza oblicua y transversal del aductor del dedo gordo. La cuarta y más profunda, por los tres interóseos plantares (Figura 1) (24).



Figura 1. Músculos intrínsecos del pie (22). 1: abductor del 1<sup>er</sup> dedo; 2: flexor corto de los dedos; 3: abductor del 5<sup>o</sup> dedo; 4: cuadrado plantar; 5: lumbricales; 6: flexor del 5<sup>o</sup> dedo; 7: aductor del 1<sup>er</sup> dedo (a-cabeza oblicua, b-cabeza transversa); 8: flexor corto del 1<sup>er</sup> dedo; 9: interóseos plantares, 10: interóseos dorsales; 11: extensor corto de los dedos.

La MIP actúa como estabilizadora local del pie, en sinergia junto a la musculatura extrínseca (22). La actividad de la MIP es mayor durante posiciones unipodales, en comparación con las bipodales (25) y en actividades dinámicas como la carrera, confiriendo estabilidad al arco y participando en el control de su deformación (22). De esta manera, la actividad de la MI parece incrementarse a medida que aumenta la demanda en la postura y la carga (22,25). Se le atribuye funciones como generar fuerza para estabilizar el pie dando soporte a los arcos, imponer el movimiento de los segmentos del pie y la potenciación de la retroalimentación sensorial para mantener el equilibrio (22). Además, los cambios en la tensión de esta musculatura parecen proporcionar información sensorial de los cambios de la postura del pie (22).

Se describen diversas formas de entrenamiento de esta musculatura, como ejercicios mediante toalla, ejercicios de flexión de dedos o elevaciones de canicas (22). En los últimos años, ha aparecido el *short-foot exercise* o ejercicio de acortamiento del pie, que consiste en intentar acortar el arco longitudinal del pie mediante la contracción de la MIP plantar sin la flexión de los dedos (22).

El entrenamiento de esta musculatura parece aportar beneficios en pacientes con patologías como fascitis plantar, pie plano, pies en pronación y esguinces, pues muestran una atrofia y falta de activación de la MIP plantar. Esta alteración también está presente en pacientes con ICT, y por este motivo su entrenamiento podría ser beneficioso (22,25).

### 1.5.2 Entrenamiento de la musculatura movilizadora del tobillo

La musculatura movilizadora del tobillo (MMT), también llamada extrínseca, tiene su origen en la pierna y cruza la articulación del tobillo permitiendo su movimiento. Está constituida por los peroneos, tibial anterior, tibial posterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo, flexor largo de los dedos, flexor largo del dedo gordo, sóleo, gastrocnemios y delgado plantar (3). Presentan una mayor área de sección transversal con brazos de palanca más grandes, permitiendo el movimiento del tobillo (Figura 2) (22).

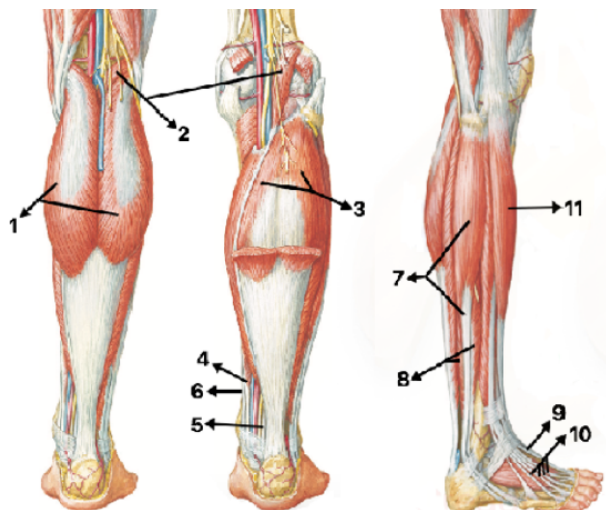


Figura 2. Músculos extrínsecos del pie (26). 1: gastrocnemios; 2: plantar; 3: sóleo; 4: flexor largo de los dedos; 5: flexor largo del 1<sup>er</sup> dedo; 6: tibial posterior; 7: peroneo largo; 8: peroneo corto; 9: extensor largo del 1<sup>er</sup> dedo; 10: extensor largo de los dedos; 11: tibial anterior.

Se describen diversas formas de entrenamiento de esta musculatura mediante ejercicios de fortalecimiento. Destacan intervenciones como ejercicios resistidos con bandas elásticas mientras se realizan los diferentes movimientos del pie, y elevaciones de talón en los que se soporta la carga corporal.

### 1.6 Justificación

La ICT es una patología frecuente, que afecta tanto a la población general como a la deportiva, generando una reducción de la calidad de vida y un incremento del riesgo de nuevas lesiones. Se recomienda optar inicialmente por un tratamiento conservador. La mayor parte de pacientes se podrían beneficiar del ejercicio terapéutico, evitando así la cirugía.

La MIP y la MMT se encuentran alteradas en estos pacientes y parecen presentar un papel fundamental en la estabilidad y movilidad del pie. De esta manera, su tratamiento mediante ejercicio puede ser una opción útil a la hora de enfocar la rehabilitación.

No se encontraron en la literatura otras revisiones sistemáticas que analizaran los efectos del entrenamiento de la MIP o de la MMT en pacientes con ICT. Por tanto, es necesario llevar a cabo una síntesis de la evidencia científica disponible que recopile los efectos del entrenamiento de MIP y/o sobre la MMT.

## **2. Objetivos**

El objetivo principal fue estudiar los efectos del entrenamiento de la MIP y/o del entrenamiento de la MMT en la capacidad funcional, el equilibrio estático, el equilibrio dinámico, la inestabilidad, el ROM y/o la fuerza en pacientes con ICT.

Un objetivo secundario fue comparar si el entrenamiento de la MIP y/o del entrenamiento de la MMT fue más efectivo que otras terapias conservadoras no farmacológicas en pacientes con ICT.

### 3. Material y métodos

#### 3.1 Estrategia de búsqueda

Se realizó una revisión sistemática siguiendo los criterios establecidos por la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

La búsqueda bibliográfica fue realizada en Septiembre de 2022 en las bases de datos Medline (PubMed), Cochrane Library, PEDro, WOS y Scopus. Los términos empleados fueron “*chronic ankle instability*”, “*recurrent lateral ankle sprain*”, “*strength*”, “*muscular*”, “*resistance*”, “*muscle*”, “*proprioceptive*”, “*proprioception*”, “*balance*”, “*foot core*”, “*intrinsic*”, “*short foot*”, “*ankle*”, “*foot*”, “*plantar*”, “*training*”, “*exercise*” “*physiotherapy*” combinándolos con los operadores booleanos AND y OR. Estrategia de búsqueda detallada en Anexo 1.

#### 3.2 Selección de artículos

Para la selección de artículos se empleó la estrategia PICOS, estableciéndose los siguientes criterios de inclusión:

- Población: pacientes con ICT, con puntuaciones iguales o menores a 25 en CAIT, iguales o superiores a 11 en IdFAI, y/o menores al 80% en FAAM-Sport.
- Intervención: entrenamiento MIP o entrenamiento de fuerza sobre MMT.
- Comparación: grupo control, placebo u otras estrategias conservadoras no farmacológicas.
- Resultados: estudios que evalúen la capacidad funcional, equilibrio estático, equilibrio dinámico, inestabilidad, ROM y/o fuerza.
- Diseño del estudio: ensayos clínicos aleatorizados (ECAs).
- Lenguaje: inglés o español.

Los criterios de exclusión empleados fueron: estudios con diseños distintos al de ECAs, individuos sanos o con otra patología/s no relevante/s para la investigación, estudios que no especificaran criterios de selección de la muestra, cirugías o fármacos como intervención primaria, estudios que no analizaran los efectos del entrenamiento focalizado en pie y/o tobillo.

#### 3.3 Selección y análisis de datos

Al aplicar las diferentes estrategias de búsqueda para cada una de las bases de datos, se realizó una primera selección de estudios por título y resumen. A continuación, se hizo un segundo filtrado tras el análisis a texto completo de estos últimos.

Se utilizó la escala PEDro para evaluar la calidad metodológica de los ECAs. Esta escala está basada en la lista Delphi, desarrollada por Verhagen et al. (27), del departamento de epidemiología de la universidad de Maastricht. Consta de 11 criterios de calidad, de la cuál se puede obtener un máximo de 10 puntos. El primer ítem evalúa la validez externa y no se tiene en cuenta en la puntuación final. Mayor puntuación indica mayor calidad metodológica del estudio. Únicamente se obtiene el punto de cada ítem si se cumple claramente el criterio.

Se consideró de calidad metodológica alta, resultados iguales o superiores a 7 puntos; aceptable, resultados de 5 a 6 puntos, y pobres, resultados iguales o inferiores a 4 puntos.

#### 4. Resultados

Se obtuvieron 614 resultados tras las búsquedas en las distintas bases de datos (Medline 87, Cochrane Library 205, PEDro 50, WOS 124, Scopus 148). Tras el filtrado inicial al revisar título y resumen y descartar duplicados, fueron seleccionados 25 estudios para la lectura a texto completo. Finalmente, 10 artículos cumplían los criterios de inclusión. La figura 3 muestra detalladamente el proceso de selección.

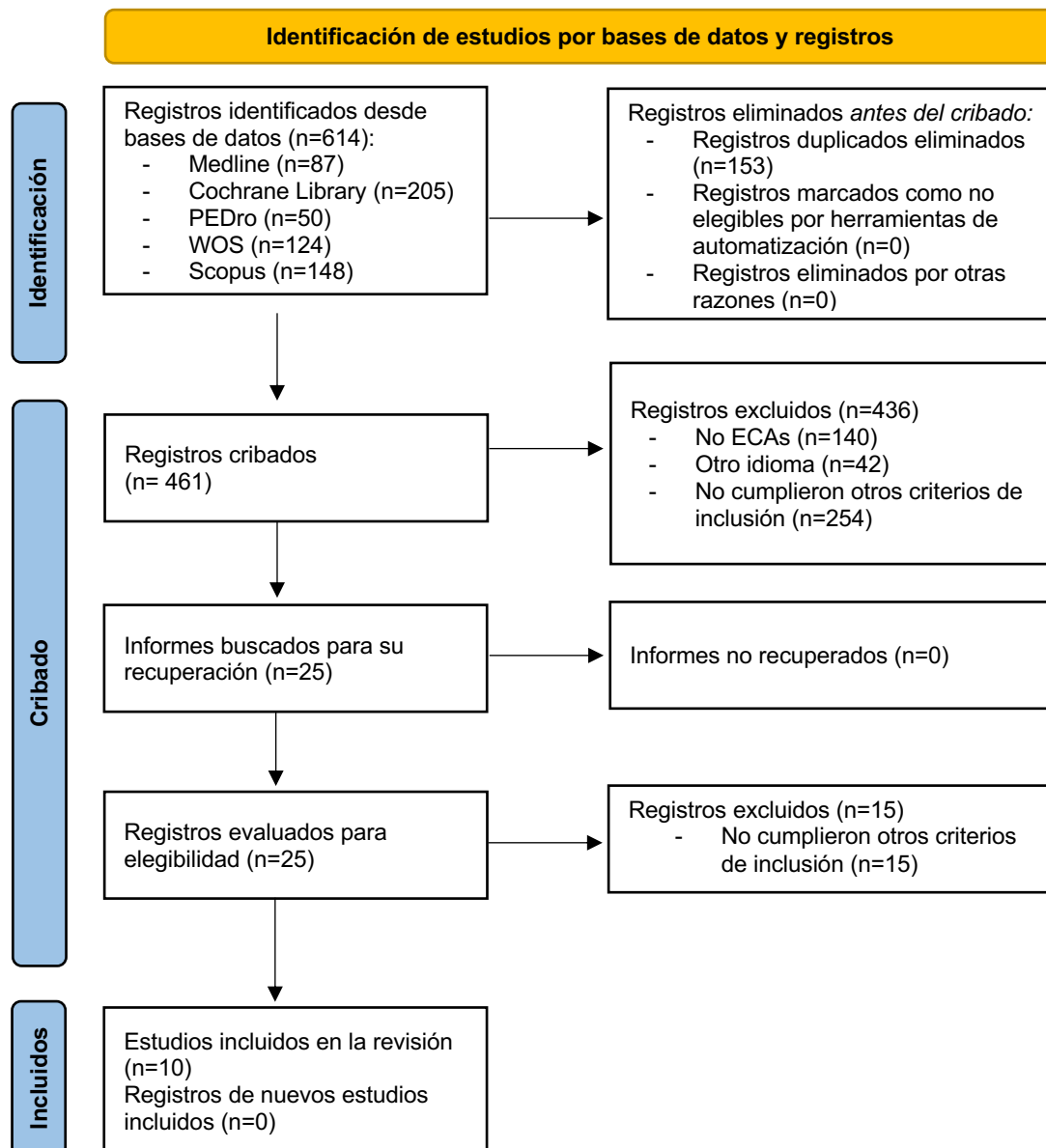


Figura 3: Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios.

#### **4.1 Calidad metodológica de los estudios**

En referencia a las puntuaciones obtenidas con la escala PEDro, cuatro de los estudios mostraron una alta calidad metodológica (28–31). Los otros 6 estudios mostraron una aceptable calidad metodológica (32–37).

En todos los estudios se especificaron los criterios de elegibilidad de los sujetos, se presentó una aleatorización adecuada, se realizó un adecuado seguimiento de los participantes, se informó de la comparación estadística entre grupos y se ofrecieron medidas puntuales y de variabilidad. Sin embargo, ningún estudio presentó cegamiento de los pacientes o de los terapeutas encargados de administrar la intervención. En la tabla 2 se muestra la calidad metodológica de los artículos seleccionados.



Tabla 2. Puntuación obtenida en la escala PEDro de los artículos incluidos.

Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	Calidad
Lee et al. (32)	S	S	N	S	N	N	N	S	S	S	S	6/10	Aceptable
Chung et al. (28)	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	7/10	Alta
Lee et al. (29)	S	S	N	S	N	N	S	S	S	S	S	7/10	Alta
Kim et al. (33)	S	S	S	N	N	N	N	S	N	S	S	5/10	Aceptable
Cain et al. (30)	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	7/10	Alta
Hall et al. (34)	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10	Aceptable
Hall et al. (35)	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	5/10	Aceptable
Hall et al. (36)	S	S	N	S	N	N	S	S	N	S	S	6/10	Aceptable
Wright et al. (31)	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	7/10	Alta
Melam et al. (37)	S	S	N	S	N	N	N	S	S	S	S	6/10	Aceptable

1. Los criterios de elección fueron especificados (no se incluye en la puntuación final).
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
5. Todos los sujetos fueron cegados.
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar".
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

**S = Si cumple el criterio, N = No cumple el criterio.**

## 4.2. Características de los estudios

Se analizaron un total de 387 pacientes entre los diez estudios incluidos. El número de sujetos por grupo varió desde un mínimo de 10 hasta un máximo de 23 (30,33). La edad de los sujetos osciló entre 16 y 29 años.

Los estudios se llevaron a cabo en Corea del Sur (28,29,32), España (33), Estados Unidos (30,31,34–36) e India (37). El reclutamiento de los sujetos se realizó principalmente a través de instituciones universitarias (28,29,31,33,34,37) y centros de educación secundaria (30).

Los estudios incluidos compararon dos (28,29,31,32,37), tres (33–36) o cuatro (30) grupos. Las intervenciones objetivo que se realizaron fueron, por una parte, las destinadas al entrenamiento de la MIP como ejercicios de fortalecimiento (32), ejercicios de acortamiento del arco longitudinal del pie (28,29) y ejercicios mediante toalla (28). También se realizó entrenamiento de la MMT mediante gomas de resistencia (30,31,33–37), contracciones musculares con facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) (34–36) y elevaciones unipodales talón (35,36).

Los grupos de comparación fueron muy diversos, desde grupos sin intervención (30,32–34), rehabilitación convencional (37) o bicicleta (35,36); hasta grupos de entrenamiento de propiocepción y equilibrio (29–31,33,35,36). Todos los estudios midieron las variables dependientes antes y después de finalizar la intervención, pero ningún estudio realizó seguimiento posterior a la intervención.

Se observó gran variabilidad en el número de sesiones aplicadas, siendo doce (30,31), dieciséis (33,37), dieciocho (32,34–36) o veinticuatro (28,29). En la mayor parte de los estudios se aplicó tres sesiones por semana (28–32,34–36). El tiempo empleado por sesión en la mayoría de los estudios fue entre 5 y 20 minutos (28,29,31,32,34–36). Las intervenciones se mantuvieron entre cuatro y ocho semanas (28–37).

En relación a las variables dependientes, las más empleadas son la capacidad funcional (30,31,33–37) y la inestabilidad de tobillo (28–31,33,34,36). Se utilizó el cuestionario FAAM (30,31,33,36); las escalas *Global Rating of Function* (GRF) (31), *Disablement in the Physically Active Scale* (DPA) (36); y las pruebas funcionales de salto lateral (30,31,35), salto en forma de 8 (30,31,34), salto triple cruzado (34) y salto sobre una sola pierna (37), para medir la capacidad funcional. La inestabilidad de tobillo se evaluó mediante CAIT (28–31,33) y *Visual Analog Scale* (VAS) (34,36). El equilibrio dinámico se valoró en cinco estudios a través del *Star Excursión Balance Test* (SEBT) (31,32,35), *Y-Balance* (34) y el sistema Biodex SD (29). El equilibrio estático fue medido en tres estudios a través del *Balance Error Scoring System* (BESS) (35) y las pruebas de tiempo en equilibrio y elevación del pie (30,31). El ROM fue medido en dos estudios, fue empleado el *Weight Bearing Lunge Test* (WBLT) (33) y el sistema Biodex 4pro (29). Finalmente, la fuerza fue medida en dos estudios, se utilizaron dinamómetros para las medidas de fuerza isocinética (35) e isométrica (34).

## **4.3 Efectos terapéuticos**

### **4.3.1 Entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie**

La aplicación de ejercicios de fortalecimiento de la MIP (32) y de ejercicios de acortamiento del arco longitudinal del pie (29) mostró mejoras estadísticamente significativas en el equilibrio dinámico en comparación con la ausencia de intervención o con los ejercicios de propiocepción y equilibrio, respectivamente.

Se observaron mejoras en la inestabilidad de tobillo tras aplicar ejercicios de acortamiento del arco longitudinal del pie en comparación con los ejercicios de enrollar toalla (28), y los ejercicios de propiocepción y equilibrio (29).

Respecto al ROM, se obtuvieron mejoras en la eversión, pero no en la inversión, tras la aplicación de ejercicios de acortamiento del arco longitudinal del pie en comparación con los ejercicios de propiocepción y equilibrio (29).

### **4.3.2 Entrenamiento de la musculatura movilizadora del tobillo**

En relación a la capacidad funcional, se hallaron mejoras tras aplicar entrenamiento de la MMT en comparación con el tratamiento convencional (37). Se encontró evidencia contradictoria sobre los efectos del entrenamiento de la musculatura MMT en comparación con la ausencia de intervención y el entrenamiento mediante bicicleta. Diversos estudios hallaron mejoras a través del entrenamiento de la MMT (33–35), mientras que otros no reflejaron diferencias entre grupos (30,36). Por otra parte, no se observaron diferencias entre grupos al comparar el entrenamiento de la MMT con un entrenamiento del equilibrio (30,31,33,35,36).

En relación al equilibrio estático, se hallaron mejoras tras la aplicación de entrenamiento de la MMT en comparación con la ausencia de intervención (30) o el entrenamiento mediante bicicleta (35). No se observaron diferencias en comparación con el entrenamiento del equilibrio (30,31,35). En referencia al equilibrio dinámico, se encontraron mejoras tras entrenamiento de la MMT en comparación con el entrenamiento mediante bicicleta (35). No se observaron diferencias en comparación con el entrenamiento del equilibrio (31,35) o la ausencia de intervención (34).

Respecto a la inestabilidad de tobillo, se obtuvieron mejoras tras implementar entrenamiento de la MMT en comparación con la ausencia de intervención (34). No se observaron diferencias en comparación con el entrenamiento del equilibrio (30,31,33,36), entrenamiento combinado (equilibrio y ejercicios de resistencia) (30), la ausencia de intervención (30,33) y el entrenamiento mediante bicicleta (36).

En relación al ROM de dorsiflexión, tras aplicar entrenamiento de la MMT no se observaron diferencias en comparación con los ejercicios de equilibrio o con la ausencia de intervención (33).

En referencia a la fuerza isométrica global del tobillo se hallaron mejoras tras implementar entrenamiento de la MMT (34). La aplicación de entrenamiento de MMT también mostró mejoras en la fuerza isocinética, de inversión y de flexión plantar, tanto concéntrica como excéntrica, en comparación con el entrenamiento mediante bicicleta (35). Esta intervención fue

superior al entrenamiento del equilibrio y el entrenamiento mediante bicicleta para mejorar la eversión excéntrica (35).

Los resultados se muestran de forma más detallada en el anexo 2.

## 5. Discusión

Se realizó una revisión sistemática sobre los efectos del entrenamiento de la MIP y del entrenamiento de la MMT en pacientes con ICT. Se hallaron beneficios a corto plazo en el equilibrio dinámico, la inestabilidad y el ROM de eversión a través del entrenamiento de la MIP. El entrenamiento de la MMT ha mostrado mejorar el equilibrio y la fuerza de tobillo. No se encontraron otras revisiones sistemáticas que analizaran los efectos de estas intervenciones en pacientes con ICT.

En cuanto a la capacidad funcional, con entrenamiento de la MMT los efectos fueron superiores a la rehabilitación convencional (37). Sin embargo, hubo evidencia contradictoria en cuanto a los efectos del entrenamiento de la MMT en comparación con el entrenamiento mediante bicicleta (35,36) y la ausencia de intervención (30,33,34). En estos estudios se observaron mejoras cuando se emplean test funcionales, pero no cuando se emplean test autoinformados. Es posible que el desempeño físico de los pacientes mejore con esta intervención, aunque no sea suficientemente importante para que lleguen a percibir mejoría. Otros autores han hallado beneficios en la capacidad funcional tras la implementación del entrenamiento de la MIP en patologías como la fascitis plantar o el pie plano (38,39). Sin embargo, ningún estudio evaluó esta variable tras el entrenamiento de la MIP en pacientes con ICT.

En referencia al equilibrio, el entrenamiento de la MMT mostró mejoras en comparación con el entrenamiento mediante bicicleta (35). El entrenamiento de la MMT fue igual de beneficioso que el entrenamiento del equilibrio, intervención específica para el trabajo de esta variable (30,31,35). El fortalecimiento de la MMT podría mejorar la coordinación intra- e intermuscular, esto se traduce en un mayor control del movimiento y el equilibrio (40). Sin embargo, se encontró evidencia contradictoria de los efectos en esta variable con el entrenamiento de la MMT en comparación con la ausencia de intervención. Un artículo observó que mejoraba con entrenamiento de la MMT (30), mientras que otro no mostró diferencias entre intervenciones (34). A pesar de que ambos estudios proponen intervenciones muy similares, es posible que las diferencias en la intensidad relativa utilizada en los protocolos de entrenamiento hayan determinado los resultados obtenidos. Por otro lado, el entrenamiento de la MIP mostró mejoras en el equilibrio dinámico en comparación con la ausencia de intervención (32) o con ejercicios de propiocepción y equilibrio (29). En la línea de resultados de esta revisión, la revisión sistemática de Wei et al. (41) reflejó mejoras en el equilibrio dinámico al aplicar un entrenamiento de la MIP en personas sanas o con pies planos. McKeon et al. (22) describieron la actividad de esta musculatura encargada de controlar y proporcionar información sensorial ante los cambios de postura del pie, lo que podría explicar que su entrenamiento genere beneficios sobre el equilibrio.

En relación a la inestabilidad, el entrenamiento de la MIP produjo mejoras en comparación con los ejercicios de propiocepción y equilibrio (29). Al comparar dos técnicas de entrenamiento de la MIP, los ejercicios de acortamiento del pie fueron superiores a los ejercicios mediante toalla (28). Newsham (42) sugiere que el ejercicio de acortamiento del pie logra una activación más aislada de la MIP que los ejercicios mediante toalla, lo cuál podría justificar los resultados obtenidos. Esta musculatura proporciona información somatosensorial que, al igual que ocurre con la variable de equilibrio, parece mejorar la estabilidad del pie (22). Por otro lado, el entrenamiento de la MMT ha mostrado evidencia contradictoria en comparación con la ausencia de intervención (30,33,34), y no ha mostrado ser superior al entrenamiento mediante bicicleta (36) o al entrenamiento del equilibrio (30,31,33,36). El entrenamiento de la MMT podría no ser suficiente para mejorar la sensación de inestabilidad, pero se ha observado que la combinación de esta intervención con el entrenamiento del equilibrio parece efectiva para mejorar esta variable (43).

En cuanto al ROM, el entrenamiento de la MIP fue superior a los ejercicios de propiocepción y equilibrio para mejorar la eversión (29). Sin embargo, no se encontraron diferencias entre ambos grupos para la inversión (29). La ausencia de efecto en la inversión podría explicarse por el mecanismo lesional de los ELT, mayoritariamente se presentan en inversión forzada provocando laxitud patológica hacia la inversión, movimiento el cuál rara vez estará limitado. Por otro lado, el entrenamiento de la MMT no mostró mejoras para a dorsiflexión en comparación con la ausencia de intervención o con el entrenamiento del equilibrio (33). Esta variable solo se analiza en un estudio, por este motivo los resultados no son contrastables. Es posible que la inclusión de otras modalidades de tratamiento, como la terapia manual, promueva mayores beneficios en el ROM del tobillo de estos pacientes (44).

Se observaron mejoras en la fuerza isométrica e isocinética con el entrenamiento de la MMT en comparación con la ausencia de intervención (34) y el entrenamiento mediante bicicleta (35). Esta intervención fue superior al entrenamiento mediante bicicleta y al entrenamiento del equilibrio para mejorar la eversión excéntrica (35). Estos resultados son consecuentes con estudios que han sugerido que el entrenamiento de fuerza favorece la sincronización de unidades motoras, un reclutamiento motor más efectivo y el crecimiento muscular, que se asocia a un incremento de la fuerza máxima generada (45).

Esta revisión encontró evidencia que indica que el entrenamiento de la MIP es superior a otros tipos de ejercicio, como es el entrenamiento del equilibrio y propiocepción para mejorar el equilibrio dinámico, inestabilidad y el ROM de eversión de tobillo (29). Pese a que el entrenamiento de la MMT ha mostrado más efectividad que el entrenamiento del equilibrio en la fuerza de eversión, esta no ha mostrado ser superior al entrenamiento mediante bicicleta o al entrenamiento de equilibrio en variables como la capacidad funcional, el ROM, el equilibrio o la inestabilidad (30,31,33,35,36). De esta manera, los hallazgos de esta revisión sugieren que el entrenamiento de la MIP parece ser superior a otros tipos de ejercicio, mientras que el entrenamiento de la MMT no muestra unos efectos claramente superiores a los de otras intervenciones activas. Sin embargo, no hubo ECAs que compararan directamente el entrenamiento de la musculatura extrínseca con el entrenamiento de la MIP.

Desde una perspectiva clínica, los pacientes con ICT podrían servirse de un entrenamiento de la MIP para mejorar el equilibrio, la inestabilidad y el ROM. Por otro lado, el entrenamiento de la MMT parece generar beneficios en el equilibrio y la fuerza de estos pacientes.

Esta revisión presenta ciertas limitaciones. En primer lugar, existe heterogeneidad entre protocolos de entrenamiento y herramientas para valorar una misma variable, lo que dificulta la síntesis de resultados. En segundo lugar, ningún estudio realiza un seguimiento tras la intervención para analizar los efectos un tiempo después de la intervención. En tercer lugar, los estudios emplean muestras pequeñas, lo que puede dificultar la obtención de resultados concluyentes. Finalmente, pudieron haberse excluido artículos relevantes al restringir el idioma al inglés o español.

En cuanto a futuras líneas de investigación, sería interesante investigar los efectos a medio y largo plazo del entrenamiento de la MIP y la MMT en pacientes con ICT. Además, se deberían realizar ECAs que compararan directamente los efectos del entrenamiento de la MMT con el de la MIP en estos pacientes.

## **6. Conclusión**

El entrenamiento de la MIP ha mostrado mejoras a corto plazo en el equilibrio dinámico, la inestabilidad y el ROM de eversión en pacientes con ICT.

El entrenamiento de la MMT ha demostrado mejorar el equilibrio y la fuerza de tobillo a corto plazo en pacientes con ICT.

El entrenamiento de la MIP ha mostrado ser superior a otras terapias como el entrenamiento de equilibrio y propiocepción para mejorar el equilibrio, la inestabilidad y el ROM de tobillo en estos pacientes. El entrenamiento de la MMT ha mostrado ser superior al entrenamiento del equilibrio para mejorar la fuerza excéntrica de eversión de tobillo en pacientes con ICT.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 28 de mayo de 2019;54(6):603-10.
2. Lin C-I, Houtenbos S, Lu Y-H, Mayer F, Wippert P-M. The epidemiology of chronic ankle instability with perceived ankle instability- a systematic review. *J Foot Ankle Res*. 2021;14(1).
3. Medina McKeon JM, Hoch MC. The Ankle-Joint Complex: A Kinesiologic Approach to Lateral Ankle Sprains. *J Athl Train*. 11 de junio de 2019;54(6):589-602.
4. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty C, Fourchet F, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *Br J Sports Med*. 1 de julio de 2014;48(13):1014 LP - 1018.
5. DiGiovanni BF, Fraga CJ, Cohen BE, Shereff MJ. Associated Injuries Found in Chronic Lateral Ankle Instability. *Foot Ankle Int*. 1 de octubre de 2000;21(10):809-15.
6. Hertel J, Corbett RO. An Updated Model of Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 4 de junio de 2019;54(6):572-88.
7. Freeman MAR, Dean MRE, Hanham IWF. The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br*. 1 de noviembre de 1965;47-B(4):678-85.
8. Tropp H, Odenrick P, Gillquist J. Stabilometry Recordings in Functional and Mechanical Instability of the Ankle Joint. *Int J Sport Med*. 1985;06(03):180-2.
9. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train*. 2002;37(4):364-75.
10. Michels F, Wastyn H, Pottel H, Stockmans F, Vereecke E, Matricali G. The presence of persistent symptoms 12 months following a first lateral ankle sprain: A systematic review and meta-analysis. *Foot Ankle Surg*. 2022;28(7):817-26.
11. Attenborough AS, Hiller CE, Smith RM, Stuelcken M, Greene A, Sinclair PJ. Chronic Ankle Instability in Sporting Populations. *Sport Med*. 2014;44(11):1545-56.
12. Tanen L, Docherty CL, Van Der Pol B, Simon J, Schrader J. Prevalence of Chronic Ankle Instability in High School and Division I Athletes. *Foot Ankle Spec*. 27 de noviembre de 2013;7(1):37-44.
13. Hershkovich O, Tenenbaum S, Gordon B, Bruck N, Thein R, Derazne E, et al. A Large-Scale Study on Epidemiology and Risk Factors for Chronic Ankle Instability in Young Adults. *J Foot Ankle Surg*. 1 de marzo de 2015;54(2):183-7.
14. Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourné Y. Chronic ankle instability: Biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(4):424-32.
15. Koshino Y, Samukawa M, Murata H, Osuka S, Kasahara S, Yamanaka M, et al. Prevalence and characteristics of chronic ankle instability and copers identified by the criteria for research and clinical practice in collegiate athletes. *Phys Ther Sport*. 2020;45:23-9.
16. Song K, Burcal CJ, Hertel J, Wikstrom EA. Increased Visual Use in Chronic Ankle Instability: A Meta-analysis. *Med Sci Sport Exerc*. 2016;48(10).
17. Brown CN, Mynark R. Balance deficits in recreational athletes with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2007;42(3):367-73.
18. Moisan G, Descarreaux M, Cantin V. Effects of chronic ankle instability on kinetics, kinematics and

- muscle activity during walking and running: A systematic review. *Gait Posture*. 2017;52:381-99.
19. Houston MN, Van Lunen BL, Hoch MC. Health-Related Quality of Life in Individuals With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 1 de diciembre de 2014;49(6):758-63.
  20. Wright CJ, Arnold BL, Ross SE, Linens SW. Recalibration and Validation of the Cumberland Ankle Instability Tool Cutoff Score for Individuals With Chronic Ankle Instability. *Arch Phys Med Rehabil*. 1 de octubre de 2014;95(10):1853-9.
  21. Ginés-Cespedosa A, Llobet ME, Hernández GL, Tejero S. SEMCPT chronic ankle instability protocol. *Rev del Pie y Tobillo*. 2020;34(1):63-72.
  22. McKeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *Br J Sports Med*. 1 de marzo de 2015;49(5):290 LP - 290.
  23. Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, Holden S. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 1 de enero de 2017;51(2):113 LP - 125.
  24. Card RK, Bordoni B. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot Muscles. En *Treasure Island (FL)*; 2022.
  25. Ridge ST, Rowley KM, Kurihara T, McClung M, Tang J, Reischl S, et al. Contributions of Intrinsic and Extrinsic Foot Muscles during Functional Standing Postures. Ignasiak Z, editor. *Biomed Res Int*. 2022;2022:7708077.
  26. Netter FH. Atlas de anatomía humana. 6ª Edición. Elsevier Spain; 2015. 641 p.
  27. Verhagen AP, de Vet HCW, de Bie RA, Kessels AGH, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi List: A Criteria List for Quality Assessment of Randomized Clinical Trials for Conducting Systematic Reviews Developed by Delphi Consensus. *J Clin Epidemiol*. 1998;51(12):1235-41.
  28. Chung KA, Lee E, Lee S. The effect of intrinsic foot muscle training on medial longitudinal arch and ankle stability in patients with chronic ankle sprain accompanied by foot pronation. *Phys Ther Rehabil Sci*. 2016;5(2):78-83.
  29. Lee E, Cho J, Lee S. Short-Foot Exercise Promotes Quantitative Somatosensory Function in Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit*. 2019;25:618-26.
  30. Cain MS, Ban RJ, Chen Y-P, Geil MD, Goerger BM, Linens SW. Four-Week Ankle-Rehabilitation Programs in Adolescent Athletes With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 23 de junio de 2020;55(8):801-10.
  31. Wright CJ, Linens SW, Cain MS. A Randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability. *J Sport Rehabil*. 2017;26(4):238-49.
  32. Lee D-R, Choi Y-E. Effects of a 6-week intrinsic foot muscle exercise program on the functions of intrinsic foot muscle and dynamic balance in patients with chronic ankle instability. *J Exerc Rehabil*. 28 de octubre de 2019;15(5):709-14.
  33. Kim K-M, Estepa-Gallego A, Estudillo-Martínez MD, Castellote-Caballero Y, Cruz-Díaz D. Comparative Effects of Neuromuscular- and Strength-Training Protocols on Pathomechanical, Sensory-Perceptual, and Motor-Behavioral Impairments in Patients with Chronic Ankle Instability: Randomized Controlled Trial. Vol. 10, *Healthcare*. 2022.
  34. Hall EA, Docherty CL, Simon J, Kingma JJ, Klossner JC. Strength-Training Protocols to Improve Deficits in Participants With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *J Athl Train*. 1 de enero de 2015;50(1):36-44.



35. Hall EA, Chomistek AK, Kingma JJ, Docherty CL. Balance- and Strength-Training Protocols to Improve Chronic Ankle Instability Deficits, Part I: Assessing Clinical Outcome Measures. *J Athl Train.* 1 de junio de 2018;53(6):568-77.
36. Hall EA, Chomistek AK, Kingma JJ, Docherty CL. Balance- and strength-training protocols to improve chronic ankle instability deficits, part II: Assessing patient-reported outcome measures. *J Athl Train.* 2018;53(6):578-83.
37. Melam GR, Alhusaini AA, Perumal V, Buragadda S, Albarrati A, Lochab R. Effect of weight-bearing overload using elastic tubing on balance and functional performance in athletes with chronic ankle instability. *Sci Sports.* 2018;33(5):e229-36.
38. Kamonseki DH, Gonçalves GA, Yi LC, Júnior IL. Effect of stretching with and without muscle strengthening exercises for the foot and hip in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled single-blind clinical trial. *Man Ther.* 2016;23:76-82.
39. Unver B, Erdem EU, Akbas E. Effects of Short-Foot Exercises on Foot Posture, Pain, Disability, and Plantar Pressure in Pes Planus. *J Sport Rehabil.* 2020;29(4):436-40.
40. Eckardt N. Lower-extremity resistance training on unstable surfaces improves proxies of muscle strength, power and balance in healthy older adults: a randomised control trial. *BMC Geriatr.* 2016;16(1):191.
41. Wei Z, Zeng Z, Liu M, Wang L. Effect of intrinsic foot muscles training on foot function and dynamic postural balance: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 20 de abril de 2022;17(4):e0266525.
42. Newsham KR. Strengthening the Intrinsic Foot Muscles. *Athl Ther Today.* 2010;15(1):32-5.
43. Alahmari KA, Kakaraparathi VN, Reddy RS, Silvian P, Tedla JS, Rengaramanujam K, et al. Combined Effects of Strengthening and Proprioceptive Training on Stability, Balance, and Proprioception Among Subjects with Chronic Ankle Instability in Different Age Groups: Evaluation of Clinical Outcome Measures. *Indian J Orthop.* mayo de 2021;55(Suppl 1):199-208.
44. Kim H, Moon S. Effect of Joint Mobilization in Individuals with Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 7, *Journal of Functional Morphology and Kinesiology.* 2022.
45. Hughes DC, Ellefsen S, Baar K. Adaptations to endurance and strength training. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2018;8(6):1-17.

## ANEXOS

### Anexo I. Estrategia de búsqueda

Medline (Pubmed)	Cochrane Library	PEDro	WOS	Scopus
(Chronic ankle instability OR Recurrent lateral ankle sprain) AND (Strength OR Muscular OR Resistance OR Muscle OR Proprioceptive OR Balance OR Foot core OR Intrinsic OR Short foot) AND (Ankle OR Foot OR Plantar) AND (Training OR Exercise OR Physiotherapy)  Filtros: Randomized Controlled Trial	(Chronic ankle instability OR Recurrent lateral ankle sprain) AND (Strength OR Muscular OR Resistance OR Muscle OR Proprioceptive OR Balance OR Foot core OR Intrinsic OR Short foot) AND (Ankle OR Foot OR Plantar) AND (Training OR Exercise OR Physiotherapy)	Chronic ankle instability AND exercise  Recurrent lateral ankle sprain AND exercise	(Chronic ankle instability OR Recurrent lateral ankle sprain) AND (Strength OR Muscular OR Resistance OR Muscle OR Proprioceptive OR Balance OR Foot core OR Intrinsic OR Short foot) AND (Ankle OR Foot OR Plantar) AND (Training OR Exercise OR Physiotherapy)  Exclude database: Medline	((chronic AND ankle AND instability) OR (recurrent AND lateral AND ankle AND sprain)) AND (ankle OR foot OR plantar) AND (training OR exercise OR physiotherapy) AND (intrinsic OR strength OR resistance OR proprioception)

## Anexo II. Tabla de resultados de los artículos incluidos.

Autor	Muestra (n) Edad y desviación	Intervención	Nº total de sesiones Nº S/semana Duración	Variables	Resultados
Lee DR, Choi YE. (2019)	<u>G1:</u> (n=15) 20,85±1,09 <u>GC:</u> (n=15) 20,80±0,86	<u>G1:</u> Fortalecimiento de la musculatura intrínseca del pie <u>GC:</u> Sin intervención	18 sesiones 3/semana 6 semanas  ≈ 12 min.	<u>Equilibrio dinámico</u> (SEBT)	Diferencia entre grupos a favor de G1 en el equilibrio dinámico (p=0,00).
Chung KA et al. (2016)	<u>G1:</u> (n=15) 21,80±2,31 <u>G2:</u> (n=15) 21,73±1,75	<u>G1:</u> Ejercicios de acortamiento del arco longitudinal del pie, intentando llevar de forma activa la cabeza del primer metatarsiano hacia el calcáneo sin flexionar los dedos <u>G2:</u> Ejercicios de enrollar toalla mediante flexión de los dedos del pie	24 sesiones 3/semana 8 semanas  ≈15 min.	<u>Inestabilidad de tobillo</u> (CAIT)	Reducción de la inestabilidad de tobillo en G1 en comparación con G2 (p=0,00).
Lee E et al. (2019)	<u>G1:</u> (n=15) 21,53±2,47 <u>G2:</u> (n=15) 22,00±2,70	<u>G1:</u> Ejercicios de acortamiento del pie sin flexión de los dedos <u>G2:</u> Ejercicios de propiocepción y equilibrio	24 sesiones 3/semana 8 semanas  G1 ≈ 7 min. G2 ≈ 3 min.	<u>ROM:</u> inversión y eversión de tobillo (Biodex 4 pro) <u>Equilibrio dinámico:</u> OBI (Biodex SD) <u>Inestabilidad de tobillo</u> (CAIT)	Diferencias entre grupos a favor de G1 en todas las variables medidas (p<0,05), salvo para la inversión, donde no hubo diferencias significativas entre grupos (p>0,05).
Kim KM et al. (2022)	<u>G1:</u> (n=23) 27,1±5,8 <u>G2:</u> (n=22) 29,5±10,7 <u>GC:</u> (n=22) 27,4±8,3	<u>G1:</u> Ejercicios de equilibrio unipodal <u>G2:</u> Ejercicios resistidos con gomas elásticas a la dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión <u>GC:</u> Sin intervención	16 sesiones 2/semana 8 semanas  No especifica la duración de la sesión	<u>Inestabilidad de tobillo</u> (CAIT) <u>Capacidad funcional</u> (FAAM) <u>ROM:</u> dorsiflexión de tobillo (WBLT)	Diferencias significativas de G1 y G2 respecto al GC en la capacidad funcional (p<0,05).  No diferencias significativas entre grupos en la inestabilidad y en el ROM.

Autor	Muestra (n) Edad y desviación	Intervención	Nº total de sesiones Nº S/semana Duración	Variables	Resultados
Cain MS et al. (2020)	<u>G1:</u> (n=12) 16,42±1,00 <u>G2:</u> (n=10) 16,40±0,97 <u>G3:</u> (n=10) 16,20±1,14 <u>GC:</u> (n=11) 16,45±1,04	<u>G1:</u> Ejercicios resistidos con gomas elásticas a la dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión <u>G2:</u> Equilibrio unipodal en sistema biomecánico de plataforma de tobillo <u>G3:</u> Combinado (bandas + equilibrio) <u>GC:</u> Sin intervención	12 sesiones 3/semana 4 semanas  No especifica la duración de la sesión	<u>Equilibrio estático</u> (tiempo en equilibrio, prueba de elevación del pie) <u>Capacidad funcional</u> (salto lateral, salto en forma de 8, FAAM) <u>Inestabilidad de tobillo</u> (CAIT)	Diferencia entre grupos a favor de G1, G2 y G3 en comparación GC en equilibrio estático y salto en forma de 8 (p<0,05).  Sin diferencias entre G1, G2 y G3 en ninguna de las variables medidas.  Sin diferencias entre grupos en FAAM (p>0,05), salto lateral (p>0,05), e inestabilidad de tobillo (p=0,48).
Hall EA et al. (2015)	<u>G1:</u> (n=13) 19.7±2.2 <u>G2:</u> (n=13) 18.9±1.3 <u>GC:</u> (n=13) 20.5±2.1	<u>G1:</u> Ejercicios resistidos con gomas elásticas a la dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión <u>G2:</u> Contracciones musculares con FNP, primero concéntricamente el músculo antagonista y después el agonista. Patrones de dorsiflexión-eversión, y flexión plantar-inversión <u>GC:</u> Sin intervención	18 sesiones 3/semana 6 semanas  ≈ 4-8 min.	<u>Fuerza:</u> flexión plantar, dorsiflexión, inversión y eversión (dinamómetro manual) <u>Capacidad funcional</u> (salto en forma de 8, salto triple cruzado) <u>Equilibrio dinámico</u> (Y-balance) <u>Inestabilidad de tobillo</u> (VAS)	Diferencias entre grupos a favor de G1 en comparación con G2 y GC en fuerza de dorsiflexión y flexión plantar (p=0,04). Diferencias entre grupos a favor G1 y G2 en comparación con GC, en fuerza de inversión y eversión (p<0,05); en inestabilidad de tobillo (p<0,05); y en capacidad funcional (p=0,04).  Sin diferencias entre grupos en equilibrio dinámico (p=0,08).

Autor	Muestra (n) Edad y desviación	Intervención	Nº total de sesiones Nº S/sem Duración	Variables	Resultados
Hall EA et al. (2018)	<u>G1:</u> (n=13) 23,5±6,5 <u>G2:</u> (n=13) 24,6±7,7 <u>GC:</u> (n=13) 24,8±9,0	<u>G1:</u> Ejercicios de equilibrio unipodal <u>G2:</u> Entrenamiento de fuerza - Resistidos con gomas (inversión, eversión, dorsiflexión); contracciones musculares con FNP (dorsiflexión-eversión/flexión plantar-inversión); elevaciones unipodales de talón <u>GC:</u> Bicicleta	18 sesiones 3/sem 6 semanas  ≈ 20 min.	<u>Fuerza</u> isocinética concéntrica y excéntrica de la articulación del tobillo en dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión (dinamómetro Cybex) <u>Equilibrio estático</u> (BESS) <u>Equilibrio dinámico</u> (SEBT) <u>Capacidad funcional</u> (salto lateral)	Diferencias a favor G1 y G2 en comparación GC en fuerza de inversión concéntrica (p=0,02) y excéntrica (p=0,01), de flexión plantar concéntrica (p=0,001) y excéntrica (p=0,03); en equilibrio estático (p=0,01) y dinámico (p=0,02); en capacidad funcional (p=0,004).  Diferencias a favor G2 en comparación con G1 y GC en fuerza de eversión excéntrica (p=0,001).  Sin diferencias entre G1, G2 y GC en fuerza de dorsiflexión concéntrica-excéntrica y eversión concéntrica (p=/>0,05).
Hall EA et al. (2018)	<u>G1:</u> (n=13) 23,5±6,5 <u>G2:</u> (n=13) 24,6±7,7 <u>GC:</u> (n=13) 24,8±9,0	<u>G1:</u> Ejercicios de equilibrio unipodal <u>G2:</u> Entrenamiento de fuerza - Resistidos con gomas (inversión, eversión, dorsiflexión); contracciones musculares con FNP (dorsiflexión-eversión/flexión plantar-inversión); elevaciones unipodales de talón <u>GC:</u> Bicicleta	18 sesiones 3/sem 6 semanas  ≈ 20 min.	<u>Inestabilidad de tobillo</u> (VAS) <u>Capacidad funcional</u> (DPA, FAAM)	Sin diferencias entre grupos (p=0.78).
Wright CJ et al. (2017)	<u>G1:</u> (n=20) 22,60±5,89 <u>G2:</u> (n=20) 21,45±3,24	<u>G1:</u> Equilibrio unipodal en tabla oscilante <u>G2:</u> Ejercicios resistidos con gomas elásticas a la dorsiflexión, flexión plantar, inversión y eversión	12 sesiones 3/sem 4 semanas  ≈ 5 min.	<u>Inestabilidad de tobillo</u> (CAIT) <u>Capacidad funcional</u> (FAAM, GRF, salto en forma de 8, salto lateral) <u>Equilibrio dinámico</u> (SEBT) <u>Equilibrio estático</u> (tiempo en equilibrio, prueba de elevación del pie)	Sólo se observaron diferencias entre grupos a favor de G1 en comparación al G2 en FAAM-ADL (p<0,043).

Autor	Muestra (n) Edad y desviación	Intervención	Nº total de sesiones Nº S/sem Duración	Variables	Resultados
Melam GR et al. (2018)	<u>G1:</u> (n= 15) 21,0±2,2  <u>G2:</u> (n=15) 21,3±2,3	<u>G1:</u> Rehabilitación convencional (ROM, estiramiento, fortalecimiento, marcha tándem) + tubos elásticos en tobillo no afecto (empuje delantero, trasero, cruzado, cruce inverso)  <u>G2:</u> Rehabilitación convencional	16 sesiones 4/sem 4 semanas  No especifica la duración de la sesión	<u>Capacidad funcional</u> (prueba de salto de una sola pierna)	Diferencia entre grupos a favor de G1 en capacidad funcional (p<0,01).

**SEBT:** prueba de equilibrio de excursión de estrella (*Star Excursion Balance Test*); **CAIT:** herramienta de Cumberland de inestabilidad de tobillo (*Cumberland Ankle Instability Tool*); **ROM:** rango de movimiento; **OBI:** índice de equilibrio global; **FAAM:** medida de habilidad de pie y tobillo (*Foot and Ankle Ability Measure*) (subescalas: FAAM-ADL, actividades de la vida diaria; FAAM-SPORT, deporte); **WBLT:** test de estocada con carga de peso (*Weight Bearing Lunge Test*); **Y-BALANCE:** prueba de equilibrio en Y; **VAS:** escala visual analógica (*Visual Analog Scale*); **BESS:** sistema de puntuación de errores de equilibrio (*Balance Error Scoring System*); **DPA:** discapacidad en la escala físicamente activa (*Disability in the Physically Active Scale*); **GRF:** calificación global de función (*Global Rating of Function*).