Grau
Fisioteràpia
FACULTAT DE CIÈNCIES DE LA SALUT
UMANRESA | UVIC·UCC

Efectividad de los entrenamientos neuromusculares para la prevención del esguince lateral de tobillo en deportistas entre 15 y 26 años que sufren de inestabilidad crónica de tobillo. Revisión bibliográfica.

Alumno: Sébastien CASTRO (1003331)
Tutor: Jordi Padrós Augé
Trabajo de fin de grado
Curso: 2020/2021

ABSTRACT

Introduction: Lateral ankle sprain is a high incidence injury in the physically active population. Chronic ankle instability (CAI) refers to the experience of recurrent and frequent episodes of "giving way". In the long term, the recurrence of injury affects the functionality and stability of the ankle and has an impact on athletes with CAI.

Objective: To determine the effectiveness of neuromuscular training (NMT) for the prevention of lateral ankle sprain in athletes between 15 and 26 years who suffer from chronic ankle instability.

Methodology: Our bibliographic review studies clinical trials searched in the reference databases for the health sciences: PubMed and PEDro. We applied the eligibility criteria related to our study objectives.

Results: 8 clinical trials have been analyzed. 3 evaluated the variables functionality and ankle stability sensation self-reported by the subject (with the FAAM and the CAIT). 6 articles evaluate dynamic balance (with the SEBT).

Discussion/Conclusion: The application of NMT programs allows improvements for the 3 variables of the study, but the available evidence does not allow us to make an exhaustive assessment of their effectiveness in athletes with CAI. Few studies analyze its effect on the real signs and symptoms of CAI. However, plyometric training appears to be highly effective in treating athletes with CAI. It could be integrated into our clinical practice.

Keywords: Exercise therapy, Ankle injuries, proprioception, Postural Balance, Resistance training, Chronic Ankle instability.

RESUMEN

Introducción: El esguince lateral de tobillo es una lesión de alta incidencia en la población físicamente activa. La inestabilidad crónica de tobillo (ICT) se refiere a la experimentación de episodios recurrentes y frecuentes de "giving way". A largo plazo, la recurrencia de lesión afecta la funcionalidad y la estabilidad de tobillo y tiene un impacto sobre los deportistas con ICT.

Objetivo: Determinar la efectividad del entrenamiento neuromuscular (ENM) para la prevención del esguince lateral de tobillo en deportistas entre 15 y 26 años que sufren de inestabilidad crónica de tobillo.

Metodología: Nuestra revisión bibliográfica estudia ensayos clínicos buscados en las bases de datos de referencia para las ciencias de la salud, PubMed y PEDro. Hemos aplicando los criterios de elegibilidad relacionados a nuestros objetivos de estudio.

Resultados: Se ha podido analizar 8 ensayos clínicos. 3 evalúan las variables funcionalidad y sensación de estabilidad de tobillo auto-informadas por el sujeto (con el FAAM y el CAIT). 6 artículos evalúan el equilibrio dinámico (con el SEBT).

Discusión/Conclusión: La aplicación de programas de ENM permite mejoras para las 3 variables del estudio pero la evidencia disponible no nos permite realizar una valoración exhaustiva de su efectividad en deportistas con ICT. Pocos estudios analizan su efecto sobre los reales signos y síntomas del ICT. Sin embrago, el entrenamiento pliométrico parece tener una gran efectividad en el tratamiento de los deportistas con ICT. Podría ser integrado en nuestra práctica clínica.

Palabras claves: Exercise therapy, Ankle injuries, proprioception, Postural Balance, Resistance training, Chronic Ankle instability.

1. Introducción

Condición de salud

Definición

El esguince lateral de tobillo (ELT) es una de las lesiones del sistema músculo esquelético más frecuente tanto en la población físicamente activa como en la población general. Es una lesión del complejo ligamentoso lateral de la articulación del tobillo. Este complejo está compuesto por los ligamentos talo-fibular anterior (LTFA), peroneo calcáneo (LPC) y talo-fibular posterior (LTFP). El LTFA es el ligamento que se lesiona con mayor frecuencia seguido por el LPC y luego el LTFP. Tres complejos articulares pueden ser involucrados en la lesión: La articulación talo-crural, subastragalina y tibio-fibular inferior. La lesión generalmente ocurre por un traumatismo indirecto implicando una inversión rápida y repentina y una carga de rotación interna del pie respeto a la tibia. En otras palabras, el mecanismo de lesión es una supinación excesiva del retropié apoyando una pierna mirando hacia afuera (1–4).
El esguince lateral de tobillo a menudo se relaciona con la inestabilidad mecánica o funcional. No existe una definición concreta de la inestabilidad crónica de tobillo, pero se referiría a una situación en la cual un sujeto informa haber experimentado episodios recurrentes y frecuentes de "giving way" (reproducción del mecanismo de lesión) al nivel de la articulación del tobillo. También, se referiría a la propia sensación de inestabilidad del sujeto. Hoy en día, el aspecto crónico todavía no está bien definido. Ciertos artículos lo definen por la frecuencia y recurrencia de lesión, otros lo relacionan con la duración de sensación de inestabilidad informada por el sujeto. En efecto, estudios afirman que la inestabilidad se vuelve crónica cuando la sensación de inestabilidad o los episodios de "giving way" persisten más de un año después de la primera lesión (5–8).
La lesión del esguince lateral de tobillo se clasifica según su gravedad. Un esguince de grado I es un ligero estiramiento del complejo de ligamentos que posteriormente no provoca inestabilidad articular; el grado II es una ruptura parcial del complejo ligamentoso provocando, a veces, una ligera inestabilidad de la articulación (como una ruptura aislada del ligamento talo-fibular anterior); y el grado III implica la ruptura completa del complejo ligamentoso. Provoca una inestabilidad de la articulación (9).

Datos epidemiológicos y grupos prevalentes:

El esguince lateral de tobillo representa una cuarta parte de todas las lesiones deportivas. Una revisión sistemática de 227 estudios epidemiológicos integrando 70 deportes destaca que en 24 de los 70 deportes incluidos (34%), la articulación del tobillo fue la parte del cuerpo que se lesionó con mayor frecuencia. Tiene también una alta incidencia en la población general. Los datos de las visitas al servicio de urgencias en los Estados Unidos sugieren una tasa de incidencia que se sitúa entre 2 y 7 por 1000 personas-año. Subrayamos también que el esguince por inversión implica aproximadamente el 25% de todas las lesiones del sistema músculo

esquelético y que datos epidemiológicos han revelado que el 70% de la población general informa haber sufrido una lesión de tobillo durante su vida (2,3,10).
En relación a la inestabilidad crónica, un estudio indica que hasta un 70% de las personas que padecen un esguince lateral de tobillo agudo desarrollan una inestabilidad del tobillo durante un corto periodo de tiempo después de la lesión inicial. También 20 a 40% de los pacientes experimentan después una inestabilidad crónica y otras discapacidades a largo plazo. La incidencia de síntomas residuales después del esguince de tobillo agudo es variable, pero se ha informado con tasas entre 40 y 50% (1,11–13).

Factores de riesgo de esguince:

Primero, subrayamos que existen diferentes factores de riesgo intrínsecos y no modificables de esguince de tobillo. Son factores inherentes al propio individuo. Dentro de los factores intrínsecos no modificables, se pueden encontrar la **edad y el sexo** del sujeto. En efecto, un meta-análisis de 184 estudios prospectivos epidemiológicos tratando del esguince de tobillo destacó que las mujeres tenían, en promedio, una incidencia de lesión doblemente mayor que los hombres (IC del 95%, para 1000 exposiciones: 13.25-13.94 para las mujeres contra 6.8-7.09 para los hombres) y también, que el riesgo de lesión era 3 a 4 veces mayor para los niños y 2 a 3 veces mayor para los adolescentes que para los adultos. Luego, se nota que **tener antecedente de esguince de tobillo** es otro factor no modificable y uno de los factores de riesgo de lesión principal. Por ejemplo, un estudio muestra que sujetos con antecedentes de esguince de tobillo tenían 2 veces más probabilidades de sufrir un esguince posterior. Otro estudio destacó que 26% de los atletas con antecedentes de esguince de tobillo sufrieron un esguince de tobillo posterior mientras que solo el 11% de los atletas sin antecedentes de esguince de tobillo sufrieron de esta lesión. También, un estudio sobre los factores de riesgo de esguinces de tobillo sin contacto en jugadores de fútbol de escuela secundaria indica que la incidencia de lesiones fue 6.5 veces mayor en jugadores con antecedentes de esguince que en jugadores que no tenían antecedentes (2,14,15).

A continuación, existen factores de riesgo intrínsecos modificables como el **índice de masa corporal (IMC)**. En efecto, un artículo sobre los factores de riesgo intrínsecos de los esguinces de tobillo sin contacto en fútbol muestra que los sujetos que tienen un IMC superior a 23.1 kg/m² tienen 8 veces mayor probabilidad de sufrir un esguince de tobillo en comparación con aquellos con IMC estrictamente inferior a este valor. El estudio sobre los factores de riesgo de esguince de tobillo sin contacto en jugadores de fútbol americano en escuela secundaria indica también que la incidencia de lesión fue 4 veces mayor en jugadores con sobrepeso que en jugadores con IMC normal. Luego, las alteraciones de fuerza y las asimetrías de fuerza son también factores de riesgo de lesión. Efectivamente, jugadores de fútbol con **asimetrías de fuerza excéntrica entre los músculos inversores e eversores de tobillo (≥15%)** tenían una incidencia de esguince sin contacto 8.8 veces mayor que los jugadores sin asimetría de fuerza excéntrica en la misma articulación. Además, aunque algunos resultados son heterogéneos, un meta-análisis muestra que existe una relación entre la inestabilidad crónica de tobillo y **la falta fuerza concéntrica de los eversores.** En efecto, indica que los

tobillos con ICT tenían menos fuerza concéntrica de los eversores que los tobillos estables. Sin embargo, hoy en día la literatura todavía no nos permite decir con certeza que es un factor de riesgo. Finalmente, un estudio sobre la predicción de esguince lateral de tobillo en futbolistas y un otro estudio que compara resultados de sujetos realizando el "Y-balance test" permiten relacionar **el déficit de equilibrio dinámico** con la lesión de esguince lateral de tobillo. En efecto, destacó que los sujetos que se habían sometido a un ELT alcanzaron una distancia significativamente más corta para el SEBT-anterior/YBT-anterior que los sujetos que no habían sufrido un esguince. Sin embrago, los resultados del estudio no nos permiten saber si un déficit de equilibrio aumenta el riesgo de esguince o si, al contrario, es el esguince que provocó posteriormente una alteración del equilibrio. Es probable que **la falta de equilibrio postural** esté involucrada en el riesgo de esguince. En efecto, un estudio sobre los predictores de lesión en jugadores de baloncesto de la escuela secundaria muestra una incidencia de lesión de tobillo 7 veces mayor en los jugadores con balanceo postural alto que en los jugadores con balanceo postural bajo. También otro estudio destaca que el grupo con ICT muestra parámetros de balanceo más importante en el "center of pressure (COP)" que otros grupos sin ICT. Es interesante también poner de relieve que un artículo destacó un balanceo postural significativamente mayor durante la fase de ovulación en comparación con el de la fase folicular temprana en las mujeres (15–22).

Finalmente, existen factores de riesgo extrínsecos de lesión. Las **características de determinados deportes** pueden influir en la incidencia de lesión. Por ejemplo, un meta-análisis mostró que los deportes de cancha tienen una incidencia de esguince 2 veces mayor que los deportes acuáticos o sobre hielo (IC del 95%: 6.8-7.2 frente a 3.3-4.17). Otro meta-análisis destaca que la categoría deportiva con la mayor incidencia de esguince de tobillo es la de los deportes **de cancha/interior**, con una tasa de incidencia acumulada de 7 por cada 1.000 exposiciones. Después, un estudio epidemiológico estudiando lesiones universitarias en 15 deportes muestra que el **baloncesto y el voleibol** tienen respectivamente 3.8 y 4.4 veces más probabilidades de causar un esguince de tobillo que otros deportes como el hockey sobre hielo. Subrayamos que **el baloncesto** es el deporte con mayor riesgo de lesión del complejo ligamentoso lateral de tobillo con una incidencia de 12 por 10000 atletas-exposiciones seguido del fútbol, del voleibol y finalmente del fútbol americano que tienen respectivamente una incidencia de 7.5/10000, 6.92/10000 y 6.87/10000. En baloncesto, también subrayamos que la incidencia de esguince de tobillo es dos veces mayor para los atacantes que para los defensores. Por lo tanto, podemos decir que la **posición en el campo** influye también en el riesgo de lesión. Estudios indican que existe un mayor riesgo de esguince de tobillo con el aumento del nivel de **intensidad de la competición o según el carácter del evento** (2,23–26).

Signos, síntomas:

Repetir la evaluación clínica de un esguince de tobillo varios días después de la lesión aguda podría permitir mejorar la precisión del diagnostico. Sin embargo, el profesional de salud debe tener en cuenta otras características que pueden indicar cualquier deficiencia persistente que pueda indicar el desarrollo de una ICT.
Hertel integró la noción de inestabilidad mecánica y funcional en la definición de la ICT. Su definición se basa sobre diferentes **signos** clínicos destacados por el profesional de salud. Indicó que la inestabilidad mecánica puede deberse a la laxitud patológica, a cambios artrocinemáticos, irritación sinovial o cambios degenerativos y que la inestabilidad funcional se relaciona con déficits de propiocepción o de control neuromuscular.
Sin embargo, más recientemente, la literatura refleja un cambio en el enfoque de una evaluación exclusivamente estructural para incluir hallazgos subjetivos y perceptivos informados por los pacientes en el diagnóstico de la inestabilidad crónica de tobillo. Hoy en día, los **signos** de inestabilidad son episodios repetitivos de esguince ("Giving way"). Numerosos artículos afirman que tener un antecedente de lesión y que sufrir, al menos, de 2 episodios de "giving way" en 3 meses son signos de inestabilidad crónica. Por consiguiente, es necesario identificar una historia de lesión de esguince de tobillo para la realización del diagnóstico de la ICT. También, la comparación bilateral con el otro tobillo es útil porque permite tener un tobillo de referencia. Aunque, existen signos relevantes, hoy, el diagnostico del ICT integra también diferentes **síntomas.** Los **síntomas** son deficiencias físicas y funcionales percibidas y auto-informadas por el paciente como la sensación de inestabilidad, las dificultades relacionadas con las actividades de la vida cotidiana o la percepción de inestabilidad durante la práctica del deporte (6,7,27,28).

Herramientas de valoración

Primero, las informaciones proporcionadas por la literatura científica muestran que los hallazgos subjetivos y perceptivos informados por los pacientes permiten diagnosticar una ICT.
El "**Ankle instability instrument"** permite medir la **frecuencia y recurrencia del esguince y la sensación de inestabilidad funcional propia al paciente.** Es un dato auto-informado por el sujeto. El enfoque de las 21 preguntas fue la historia de esguince, la presencia y la gravedad de la inestabilidad del tobillo y el rendimiento funcional. Un análisis factorial exploratorio del instrumento muestra la importancia de 3 factores principales y lo redujo de 21 ítems a 12 ítems. "*La alta fiabilidad que encontramos muestra que el auto-informe de los síntomas del tobillo es una forma factible y apropiada de obtener información sobre la presencia de síntomas de inestabilidad".*
Existe también el **"Functional Ankle Ability Measure (FAAM)"**. Es una escala muy usada que mide **las habilidades funcionales del tobillo y del pie** percibidas por el paciente en su vida cotidiana (AVD) o durante la práctica del deporte. Hay un puntaje de 0 a 100%. Un puntaje más alto indica mayor habilidad funcional. Es una medida fiable de la función física de los individuos con alteraciones musculo-esqueléticas de la extremidad inferior y del tobillo.

El "**Global Rating of Function (GRF)"** es una escala que se usa también en la literatura para tener información sobre la ICT. Mide **la capacidad funcional del tobillo percibida por el sujeto.** Es una pregunta de un solo ítem: "De 0 a 100, ¿cómo calificaría el uso de su tobillo como si 0 corresponde al no uso del tobillo (no puede poner peso en absoluto) y 100 corresponde al uso completo de su tobillo?". Esta escala mantiene una correlación entre moderada y fuerte con el FAAM.
Luego, el **"Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT)"** tiene una excelente fiabilidad test-retest y se puntúa en una escala de 30 puntos. Permite medir la sensación de **inestabilidad del tobillo percibida por el paciente** durante la realización de diferentes tareas (caminando, corriendo, saltando o practicando deporte). En este cuestionario, una puntuación baja indica una alta frecuencia de "giving way"/perdida de estabilidad del tobillo.
El "**Short-Form 36 (SF-36)"** integra un resumen del componente físico reportado sobre una escala normativa que permite estimar el **grado de limitación percibida** durante diferentes actividades. Consiste en asignar de 1 a 3 puntos por cada ítem. Hay 12 ítems. Una puntuación de 36 indica que no hay limitación, una puntuación inferior a 13 indica una limitación muy alta en todas las actividades. Esta medida tiene una buena fiabilidad (0.87). Los individuos con inestabilidad crónica de tobillo han mostrado déficit del componente físico en este cuestionario (29–35).

A continuación, se puede poner de relieve que la medida del equilibrio es muy usada para la valoración de la ICT.
El **"Star Excursion Balance Test (SEBT)"** se considera como una prueba no instrumentada altamente representativa. Es un "gold standard" para la medida del **equilibrio dinámico.** El test consiste en realizar semi-sentadillas unipodales y tocar un punto a lo largo de 1 de las 8 líneas en el suelo con la otra extremidad. El objetivo de la tarea es establecer una base estable de apoyo en el medio de la cuadrícula de prueba y mantenerla a través de una excursión de alcance máximo en 1 de las direcciones prescritas. Es una medida fiable y una prueba dinámica válida para predecir el riesgo de lesiones, identificar déficits de equilibrio dinámico en pacientes con afecciones de las extremidades inferiores y responder a los programas de entrenamiento en participantes no sólo sanos sino también con afecciones de las extremidades inferiores. Las direcciones anterior, postero-lateral y postero-medial muestran una alta fiabilidad (36).

Para la valoración de la ICT, se mide también **el equilibrio estático y el control postural** con diferentes herramientas.
El **"Balance error scoring system"** (BESS) tiene una fiabilidad media a buena para evaluar **el equilibrio estático y la estabilidad postural estática**. Consta 3 posturas: de doble pierna (manos en las caderas y pies juntos), de una sola pierna (de pie, en la pierna no dominante con las manos en las caderas) y en tándem (pie no dominante detrás del pie dominante). Las posturas se realizan sobre una superficie firme y después sobre una superficie de espuma con los ojos cerrados. Los errores son contados durante cada prueba de 20 segundos. Un error se define como abrir los ojos, retirar las manos de las caderas, pisar, tropezar o caerse, levantar el antepié o el talón, abducir la cadera por encima de 30° o no volver a la posición de prueba en menos de 5 segundos.

El **"Foot lift test"** permite valorar **el equilibrio estático monopodal y la estabilidad postural estática**. Consiste en pedir al paciente mantener el equilibrio monopodal sobre una superficie firme, con las manos en las crestas ilíacas, la extremidad no comprometida ligeramente flexionada al nivel de la cadera y de la rodilla y los ojos cerrados. Hay que permanecer lo más inmóvil posible durante 30 segundos, si se mueve fuera de la posición, hay que regresar lo antes posible. El examinador tiene que contar los errores. Una elevación del pie solicitado o el contacto del pie contra lateral al suelo son considerados como errores. Se reproduce esta prueba 3 veces.
Después se puede usar el **Time-in-balance test**. Mide la misma variable y se realiza en la misma posición que el "Foot lift test" pero aquí se evalúa el tiempo de equilibrio monopodal. Se realiza la prueba 3 veces y se conserva el mejor tiempo. El test se acaba cuando el participante pierde la posición del test.
Igualmente, el equilibrio estático puede medirse a través del **"Center of pressure (COP)".** Mide la **repartición de la carga**/**del peso** del sujeto sobre una base de sustentación (36–40).

Aunque existen estudios contradictorios sobre el efecto de la fuerza en la estabilidad del tobillo, estudios miden la **fuerza muscular** del tobillo o de los músculos estabilizadores de la extremidad inferior y del tronco.
Se mide la **fuerza concéntrica y excéntrica** de los diferentes músculos. Se puede medir objetivamente y con fiabilidad utilizando dinamómetros isocinéticos o usando dinamómetros portátil/de mano. Un estudio muestra que las pruebas isocinéticas de inversión y eversión son fiables en la valoración de la ICT (41,42).

Por último, se puede valorar **la funcionalidad global de la extremidad inferior relacionada con la fuerza** mediante diferentes pruebas. Las pruebas de saltos ("Hop tests") permiten valorar la inestabilidad funcional del tobillo y de la extremidad inferior. Estudios muestran que son herramientas de valoración fiables y eficientes.
Las pruebas pueden realizarse en diferentes direcciones como los saltos laterales. Existe por ejemplo el "**Side hop test"**: El paciente realiza 10 repeticiones de ida y vuelta de 10 saltos laterales monopodales. Se mide el tiempo de realización y se puede analizar la postura del participante durante el test. Esta prueba permite evaluar **la velocidad de realización de los saltos y la resistencia a la fatiga** durante los cambios de fase.
Los **"Foward-hop-test"** son pruebas que se realizan en dirección anterior. Por ejemplo existen las pruebas **"Hop for distance"** (Triple hop o single hop) que miden la distancia alcanzada en saltos unidireccionales. Permiten evaluar **la fuerza explosiva y la potencia** de los músculos de la extremidad inferior. Un otro ejemplo de "Foward-hop-test" es el **"Timed hop test"** que mide **la velocidad** de realización de los saltos. El paciente tiene que recorrer 6 metros lo más rápidamente posible.
Finalmente, se puede usar el **"Figure 8 hop test"**: El paciente realiza un curso en 8 con saltos monopodales entre dos puntos separados por cinco metros entre sí. Se evalúa el tiempo de realización del test. Se mide la **velocidad de ejecución** de los saltos. Todas estas pruebas son alternativas económicas y efectivas en

comparación con las medidas instrumentadas para valorar el riesgo de esguince en deportistas (43,44).

Herramientas de tratamiento

La prevención secundaria se define como el conjunto de medidas tomadas para prevenir la aparición de recurrencias o exacerbaciones de una enfermedad. Una de las herramientas usadas para modificar los factores de riesgos o para prevenir la recurrencia del esguince es el entrenamiento neuromuscular. Se compone de diferentes facetas como el trabajo del equilibrio, de la fuerza, de la propiocepción y de la agilidad, o el trabajo pliométrico. El **entrenamiento neuromuscular** no está bien definido y existen diferentes tipos. Se referiría a la combinación del trabajo de diferentes componentes. Por ejemplo, un estudio aplicando un programa de entrenamiento neuromuscular integra ejercicios de trabajo de equilibrio, de agilidad y de saltos. Se sabe que *"el equilibrio postural proporciona estabilidad al cuerpo y es imprescindible para las funciones normales en posición estacionaria o en movimiento, como sentarse, pararse o caminar".* Existen diferentes protocolos de entrenamiento basados sobre el trabajo del **equilibrio o de la propiocepción.** Programas propioceptivos como el "Biomechanical ankle platform system", el "whole body vibration" o el "wobble board" consisten en mantener el equilibrio sobre una base de sustentación inestable realizando diferentes tareas y movimientos. McKeon ha introducido un protocolo de entrenamiento que combina trabajos pliométricos, posturales (con o sin aferencia visual) y monopodales con desestabilización o perturbaciones externas. Ejercicios comunes también se utilizan como el trabajo del equilibrio reactivo en bipedestación con superficies inestables como por ejemplo un tablero oscilante. Luego, diferentes artículos integran protocolos de entrenamiento para la **fuerza** en el tratamiento de la inestabilidad crónica de tobillo. Por ejemplo, Docherty CL et al. integraron ejercicios, que hoy se usan comúnmente, con tubos de resistencia (elásticos). Otros artículos integran ejercicios con resistencia manual y otros integran ejercicios de fuerza isocinética. Ciertos estudios analizan también el efecto del fortalecimiento de otras zonas del cuerpo (como por ejemplo de la cadera) en el tratamiento de la inestabilidad crónica del tobillo. Existen tratamientos que se basan sobre la **combinación del trabajo de la fuerza y de la propiocepción**. Uno de los protocolos se define como "el ejercicio de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF)". Implica repeticiones de contracción concéntrica del músculo antagonista, seguida de una contracción concéntrica del músculo agonista. Finalmente, numerosos **ejercicios de saltos** se incorporan a los protocolos de tratamiento de la estabilidad funcional y dinámica del tobillo. Son técnicas que se utilizan a menudo en los protocolos de tratamiento para los deportistas. Existen varios tipos como saltos multidireccionales con el trabajo del cambio de fase y de la resistencia a la fatiga o saltos con el trabajo de la explosividad (17,26,45–55,70,71,73,74).

Se usa también otras herramientas de prevención del esguince de tobillo. En efecto, una revisión sistemática informa que la evidencia disponible apoya el uso de terapia manual para los esguinces de tobillo. Otra revisión nos permite ver que la movilización articular es útil para mejorar el equilibrio dinámico inmediatamente después de su aplicación. Finalmente, un meta-análisis destaca que 6 sesiones de

terapia manual mejoran el rendimiento funcional del tobillo para personas con inestabilidad crónica de tobillo (56–58).

Es importante notar que en la literatura existen contradicciones respecto a las indicaciones y contraindicaciones de tratamiento. En efecto, se puede ver que el tratamiento precoz del esguince no siempre está indicado. Por ejemplo, Karlsson et al. informaron que el tratamiento funcional temprano podría reducir significativamente el tiempo requerido para regresar al trabajo o al deporte previo a la lesión mientras que diferentes artículos destacan que la movilización precoz es contraindicada en caso de esguinces de grado III o en caso de fractura (59).

Justificación

Los datos epidemiológicos muestran que el esguince de tobillo es una lesión de alta incidencia. Por ejemplo, se nota que la lesión del complejo ligamentoso lateral de la articulación del tobillo ocurre en aproximadamente una de cada 10,000 personas por día. Agreguemos que tiene un impacto muy grande en el mundo del deporte representando una cuarta parte de todas las lesiones deportivas. Tiene una alta incidencia en particular en los deportes de interior/cancha que, recordemos, tienen las tasas de incidencia más altas estimadas por Doherty a 7 esguinces de tobillo por cada 1000 exposiciones. Entonces, nos parece interesante estudiar los efectos del entrenamiento neuromuscular en deportistas (2,5,60).

Esta lesión tiene impactos sanitarios y socioeconómicos importantes.
Por una parte, tiene un gran **impacto sanitario**. En efecto, puede afectar las estructuras y la función del tobillo y juega un papel en la calidad de vida de los deportistas. Por ejemplo, numerosos artículos muestran que la osteoartritis es, a menudo, una consecuencia postraumática del esguince lateral de tobillo. Además, la inestabilidad crónica puede tener diversas complicaciones como la formación de conflictos óseos como osteofitos. También puede provocar dolor crónico. Notamos que el dolor es una de las principales causas de inactividad y de consulta. Entonces, la recurrencia de esta lesión afecta la salud de los individuos a diferentes niveles, así como en su capacidad para seguir practicando correctamente su actividad física (1,61–63).
Por otra parte, tiene un gran **impacto socioeconómico**. Subrayamos que existen costes indirectos. Es importante poner de relieve que la inestabilidad crónica de tobillo tiene un gran impacto sobre las empresas o clubes en relación con los sujetos lesionados. En efecto, artículos señalan que en Alemania, por ejemplo, el esguince de tobillo tiene un coste indirecto de más de 300 euros por cada lesión. Los costes indirectos debidos a la pérdida de productividad representan 70-90% de los costes totales de esguinces de tobillo. Por ejemplo, en la población del Reino Unido, Cooke et al. observaron un promedio de 6.9 días de trabajo remunerado perdido debido a esguinces de tobillo tratados mediante la atención estándar. También, en el ámbito del deporte, si los sujetos se lesionan, no compiten o pierden habilidades funcionales durante la práctica del deporte (que se puede evaluar con el FAAM-Sport por ejemplo). Entonces, en ciertos casos, los resultados durante las competiciones pueden ser afectados (1,61,64–67).

El impacto sanitario y socioeconómico del esguince lateral de tobillo, especialmente en el mundo del deporte, nos muestra la importancia de las investigaciones sobre los medios de prevención contra la recurrencia de esta lesión y, por lo tanto, sobre el tratamiento de la inestabilidad crónica de tobillo. Además, la literatura actual no nos permite afirmar que la falta de fuerza o de equilibrio son factores de riesgos. Todavía, nos parece interesante saber si los tratamientos preventivos basados sobre los entrenamientos neuromusculares, de equilibrio, de fuerza, de propiocepcion o pliométricos son efectivos o no para la prevención de la recurrencia de lesión en deportistas con inestabilidad crónica de tobillo.

2. Objetivos

Objetivo general: Determinar la efectividad del entrenamiento neuromuscular para la prevención del esguince lateral de tobillo en deportistas entre 15 y 26 años que sufren de inestabilidad crónica de tobillo.

Objetivos específicos

- Analizar el efecto del entrenamiento neuromuscular sobre **la percepción de la funcionalidad del tobillo auto-informada por el sujeto** en la prevención de la lesión de esguince lateral de tobillo en deportistas entre 15 y 26 años que sufren de inestabilidad crónica de tobillo.
- Analizar el efecto del entrenamiento neuromuscular sobre **el equilibrio dinámico** en la prevención de la lesión de esguince lateral de tobillo en deportistas entre 15 y 26 años que sufren de inestabilidad crónica de tobillo.
- Analizar el efecto del entrenamiento neuromuscular sobre **la recurrencia del esguince lateral de tobillo** en deportistas entre 15 y 26 años que sufren de inestabilidad crónica de tobillo.

3. Metodología

La estrategia de búsqueda para esta revisión bibliográfica se ha realizado en las bases de datos Pubmed y PEDro. Hemos elegido estas dos porque son las bases de datos de referencia para las ciencias de la salud. Las palabras claves son: "Exercise therapy" (MESH), proprioception (MESH), "Postural Balance" (MESH), Resistance training (MESH), "Chronic Ankle instability" y "Ankle injuries" (MESH).

En esta revisión, los criterios de inclusión son:

- Ensayos clínicos aleatorizados y controlados
- Artículos publicados entre 2010 y 2021

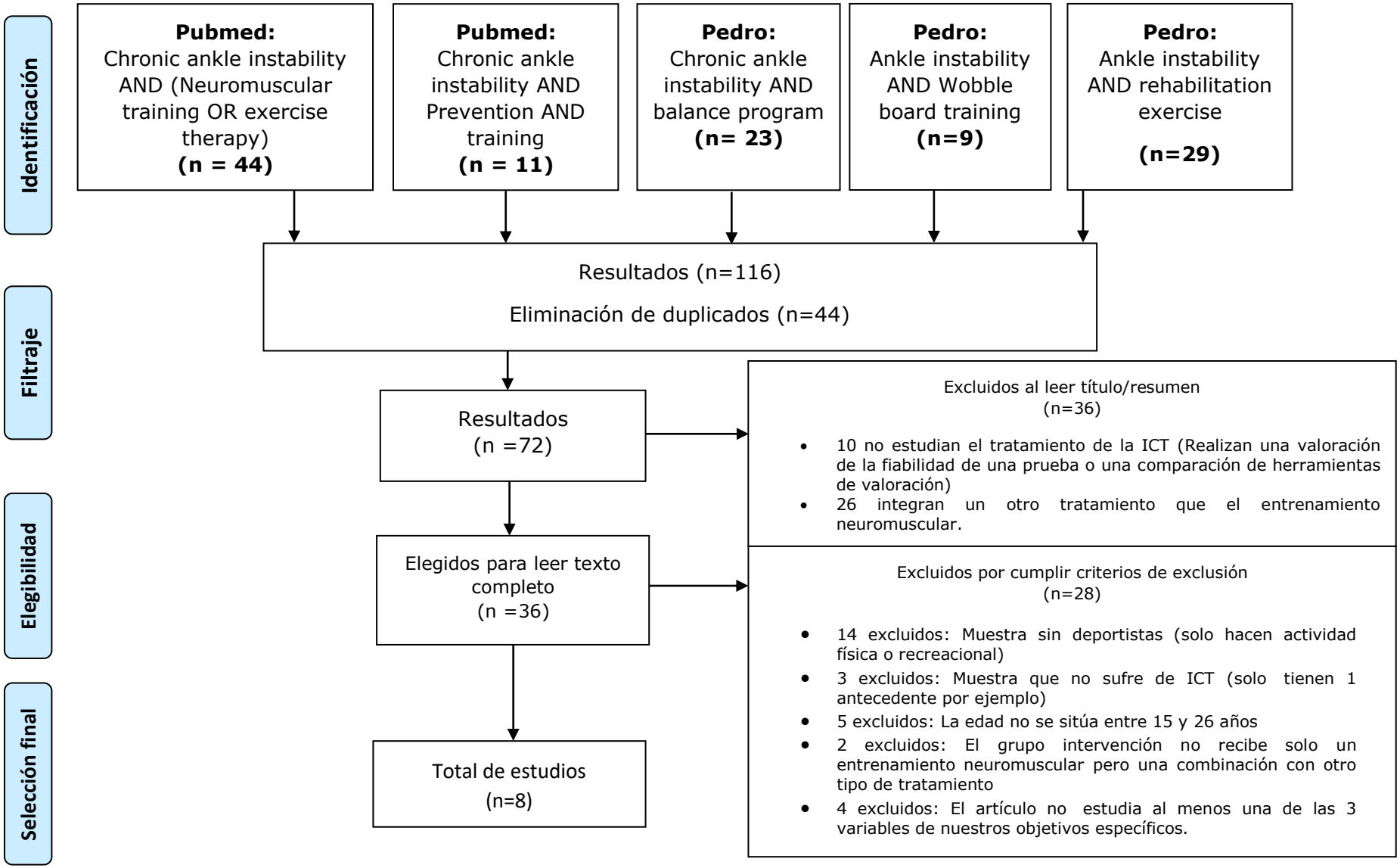
En esta revisión, los criterios de exclusión son:

- Artículos con nota inferior a 4/10 en la escala PEDro (Anexo, tabla 3)
- Estudios en los cuales el grupo intervención o los grupos comparación no reciben un programa de entrenamiento neuromuscular
- Estudios que no evalúan la evolución en el tiempo de, al menos, una de las variables presentadas en nuestros objetivos específicos de trabajo
- Estudios en los cuales la muestra no está compuesta por deportistas entre 15 y 26 años
- Estudios en los cuales la población estudiada no sufre de inestabilidad crónica de tobillo.

Estrategia de búsqueda: La estrategia de búsqueda utilizada para **Pubmed** incluye las frases: *"Chronic ankle instability AND (Neuromuscular training OR exercise therapy)" y "Chronic ankle instability AND Prevention AND training".* La estrategia de búsqueda utilizada para **PEDro** incluye las frases**:** *"Chronic ankle instability AND balance program", "Ankle instability AND wobble board training y "Ankle instability AND rehabilitation exercise".*

El diagrama de flujo siguiente ilustra la búsqueda realizada.

DIAGRAMA DE FLUJO



4. Resultados

Tabla 1. Población

Estudio	Tamaño	Edad	Características	Criterios de inclusión
▪ Cain MS, Ban RJ, Chen Y-P, Geil MD, Goerger BM, Linens SW ▪ **año:** 2020 ▪ **Referencia bibliográfica:** (73)	n= 43	Entre 15 y 18 años	Jóvenes deportistas con inestabilidad crónica de tobillo	-Al menos 1 esguince de tobillo que requirió intervención médica; síntomas repetidos de dolor, hinchazón, debilidad y inestabilidad - Episodios de "Giving way" recurrentes -Puntuación CAIT <24
▪ Minoonejad H, Ardakani MK, Rajabi R, Wikstrom EA, Sharifnezhad A ▪ **año:** 2019 ▪ **Referencia bibliográfica:** (69)	n= 28	Entre 19 y 25 años	Jugadores de baloncesto con inestabilidad crónica de tobillo	-Al menos 1 Esguince 12 meses antes del estudio -Al menos 2 "giving Way" 6 meses antes del estudio -Obtener al menos 4 yes en el "Ankle instability instrument" - Puntuación FAAM ≤90%, Puntuación FAAM-Sport ≤80% - Puntuación en al menos 3 categorías del FAOS <75% - Puntuación CAIT <24
▪ Ardakani MK, Wikstrom EA, Minoonejad H, Rajabi R, Sharifnezhad A ▪ **año** : 2019 ▪ **Referencia bibliográfica:** (55)	n= 28	Entre 19 y 25 años	Jugadores de baloncesto con inestabilidad crónica de tobillo	ICT según las recomendaciones del "International Ankle Consortium" -Al menos 1 Esguince 12 meses antes del estudio -Al menos 2 "giving Way" 6 meses antes del estudio -"Ankle instability instrument" , Obtener al menos 4 yes - Puntuación FAAM ≤90, Puntuación FAAM-Sport ≤80% - Puntuación en al menos 3 categorías del FAOS <75% - Puntuación CAIT <24
▪ Melam GR, Alhusaini AA, Perumal V, Buragadda S, Albarrati A, Lochab R ▪ **año:** 2018 ▪ **Referencia bibliográfica:** (68)	n= 30	Entre 19 y 24 años	Deportistas de competición de nivel universitario con inestabilidad crónica de tobillo.	-Antecedentes de al menos un esguince de tobillo en los últimos 12 meses -Sensación de inestabilidad y esguinces recurrentes -Puntuación FAAM-sport <80%
▪ Cain MS, Garceau SW, Linens SW ▪ **año:** 2017 ▪ **Referencia bibliográfica:** (71)	n= 22	Entre 15 y 18 años	Jóvenes deportistas con inestabilidad crónica de tobillo	-Lesión por inversión repetida con síntomas residuales (hinchazón, dolor o debilidad) -Dos o más esguinces de tobillo en el mismo tobillo requiriendo intervención médica o tratamiento -Episodios de "ginving way" recurrentes.
▪ Lee H-J, Lim K-B, Jung T-H, Kim D-Y, Park K-R ▪ **año:** 2013 ▪ **Referencia bibliográfica:** (72)	n= 41	Entre 17 y 26 años	Deportistas con inestabilidad crónica de tobillo (36 futbolistas, 3 jugadores de voleibol, 1 de tenis y 1 que practica el judo)	-Inestabilidad crónica de tobillo (lesión de tobillo recurrentes) -Dolor crónico e inestabilidad después de una lesión de tobillo por inversión
▪ Cloak R, Nevill A, Day S, Wyon M ▪ **año:** 2013 ▪ **Referencia bibliográfica:** (70)	n= 33	Entre 21 y 24 años	Futbolistas semi-profesionales con inestabilidad crónica de tobillo repartidos en 3 grupos	-Historia de más de 1 esguince lateral de tobillo en los últimos 2 años y sensación de "Giving way" recurrente -Puntuación CAIT<24
▪ Cloak R, Nevill AM, Clarke F, Day S, Wyon MA ▪ **Año:** 2010 ▪ **Referencia bibliográfica:** (74)	n= 38	Entre 18 y 20 años	Bailarines con inestabilidad crónica de tobillo	-Inestabilidad crónica de tobillo -Más de 1 esguince en los 2 últimos años, "giving way" recurrentes -Puntuación CAIT<24

Tabla 2. Metodología y resultados

Estudio	Diseño	Intervención y dosis de trabajo	Variable	Herramientas de valoración	Resultados obtenidos Estimador de efecto [IC]
▪ Cain MS, Ban RJ, Chen Y-P, Geil MD, Goerger BM, Linens SW ▪ **año:** 2020 ▪ **Referencia bibliográfica:** (73) ▪ **PEDro:** 7/10	GC1 (n=12): Fuerza con bandas resistentes **"RBT"** GC2 (n=10): **BAPS** (propioceptivo) GC3 (n=10): Combinación de los 2 **(BAPS-RBT)** Grupo control (n=11)	Programa de entrenamiento de fuerza y/o de propiocepción. 3 sesiones por semana durante 4 semanas. Un total de 12 sesiones	• Equilibrio estático • Equilibrio dinámico • Funcionalidad de la EI • Percepción de la funcionalidad auto-informada por parte del paciente/sensación de inestabilidad del tobillo percibida por el paciente	• Foot lift, time in balance test • SEBT • Figure-8 Hop test, Side hop test • FAAM, FAAMs, CAIT	**GC1** SEBT-PL 0,96 [-2.40;4.33] SEBT-PM 1.25 [-2.05;4.55] FAAM-S: 0.43 [-5.25;6.12] CAIT: 0.94 [-1.25;3.13] **GC2** SEBT-PM 0.85 [-2.76;4.46] FAAM-S 0.07 [-5.39;5.52] CAIT: 1.24 [-0.95;3.43] **GC3** SEBT-PL 1.29 [-1.88;4.47] SEBT-PM 1.03 [-2.06;4.52] FAAM-S: 0.34 [-5.34;6.02] CAIT: 0.66 [-1.70;3.03]
▪ Minoonejad H, Ardakani MK, Rajabi R, Wikstrom EA, Sharifnezhad A ▪ **año:** 2019 ▪ **Referencia bibliográfica:** (69) ▪ **PEDro:** 8/10	Grupo intervención (n=14): Programa de entrenamiento de saltos multidireccionales con **estabilización (Hop stabilization)**. Un grupo control (n=14)	Programa de 3 sesiones por semana de entrenamiento pliometrico durante 6 semanas. Un total de 18 sesiones.	• El tono de reposo de los músculos de la EI • Actividad muscular anticipada • Actividad muscular reactiva • Percepción de la funcionalidad/estabilidad auto-informada	• Actividad eléctrica medida con Filtro Butterworth de paso bajo • Activación de los músculos del tobillo 300 mili segundos antes del contacto al suelo • Activación de los músculos del tobillo 300 mili segundos después del contacto al suelo • FAAM, FAAMs, CAIT, FAOS	GI mejora‡ en: cuestionarios auto-informados, tono de reposo (tibial anterior, soleo, peroneo largo, gastronemio lat, isquios y glúteo medio), feedback y feedfoward. FAAM-s*: 1.35 [0.51;2.18] CAIT*: 1.07 [0.26;1,87]
▪ Ardakani MK, Wikstrom EA, Minoonejad H, Rajabi R, Sharifnezhad A ▪ **año** : 2019 ▪ **Referencia bibliográfica:** (55) ▪ **PEDro:** 6/10	Un grupo intervención (GI, n=14): Programa de entrenamiento de saltos multidireccionales con estabilización **(Hop stabilization).** Un grupo control (GC, n=14)	Programa de 3 sesiones por semana de entrenamiento pliometrico durante 6 semanas. Un total de 18 sesiones.	• Percepción de la funcionalidad/ estabilidad auto-informada por parte del paciente • Calidad del movimiento de la EI.	• FAAM-Adl, FAAM-Sport, CAIT • Análisis de la cinemática / cinética: Análisis del tiempo de reacción, de la tasa de carga vertical y de la fuerza de reacción al contacto al suelo	GI muestra mejoras* en: cuestionarios auto-informados, análisis cinemática y cinética de cadera, de rodilla y de tobillo. FAAM-S*: 1.35 [0.51;2.18] CAIT*: 1.07 [0.26;1,87]
▪ Melam GR, Alhusaini AA, Perumal V, Buragadda S, Albarrati A, Lochab R ▪ **año:** 2018 ▪ **Referencia bibliográfica:** (68) ▪ **PEDro:** 4/10	Grupo comparación 1 (GC1, n=15): Fuerza (pierna estable) y equilibrio (pierna inestable) = **"Elastic tubing exercise program"** con ejercicios de equilibrio convencionales	Programa de 4 sesiones por semana de entrenamiento de equilibrio durante 4 semanas. Un total de 16 sesiones.	• Equilibrio dinámico • Funcionalidad de la extremidad inferior	• SEBT modificado (anteromedial, medial, posteromedial) • Single-leg-hop test	GC1 mejora*‡ en: 3 direcciones del SEBT y "Single-leg-hop test". SEBT-PM*: 0,6 [?] SEBT-AM*: 0,7 [?] SEBT- Md*: 0,6 [?]

	Grupo comparación 2 (GC2, n=15): Solo ejercicios de **equilibrio convencionales**				
▪ Cain MS, Garceau SW, Linens SW ▪ **año:** 2017 ▪ **Referencia bibliográfica:** (71) ▪ **PEDro:** 4/10	Grupo intervención (n=11): Programa de propiocepción **"Biomechanical Ankle Platform System (BAPS)"** Grupo control (n=11)	Programa de entrenamiento propioceptivo (BAPS) de 3 sesiones por semana durante 4 semanas. Un total de 12 sesiones.	• Equilibrio estático • Equilibrio dinámico • Funcionalidad de la extremidad (cambios de fases)	• "Time in balance" y "Foot lift" • SEBT-A, SEBT-PM, SEBT-M • "Side hop test"	GI mejora en: SEBT*‡, Foot lift‡, Time in balance*‡, Side hop test*.
▪ Cloak R, Nevill A, Day S, Wyon M ▪ **año:** 2013 ▪ **Referencia bibliográfica:** (70) ▪ **PEDro :** 5/10	GC1 (n=11): Programa de entrenamiento con tabla de equilibrio **(wobble board) y vibración** GC2 (n=11): **"Wobble board training"** sin vibración Grupo control (n=11)	Programa de entrenamiento de equilibrio/propio de 6 semanas con 3 sesiones por semana. Un total de 18 sesiones.	• Equilibrio dinámico • Repartición de la carga • Capacidad Funcional de la EI	• Y-balance test (anterior, posteromedial y posterolateral) • "Center of mass distribution" (COM) • Single-leg, triple hop test	GC1/2 mejoran‡ en: centro de masa, test de saltos y SEBT. SEBT-A*: 0.19 [?] SEBT-PL*: 0.29 [?]
▪ Lee H-J, Lim K-B, Jung T-H, Kim D-Y, Park K-R ▪ **año:** 2013 ▪ **Referencia bibliográfica:** (72) ▪ **PEDro:** 4/10	GC1 (n=20): Trabajo de equilibrio con ejercicios de **control neuromuscular** GC2 (n=21): Trabajo con ejercicios de control neuromuscular combinado con material ortopédico.	Programa de entrenamiento neuromuscular. 3 sesiones por semana durante 4 semanas. Un total de 12 sesiones	• Propiocepción, reflejo • Balanceo postural/Equilibrio estático • Estabilidad/Equilibrio dinámico • Capacidad funcional de la EI	• "Joint reposition sense test" con el sistema "Cybex 770" • "Balance master system" (Prueba de equilibrio monopodal, bipodal con medida de la repartición de la carga) • Análisis de la transferencia rítmica de peso y SEBT. • Análisis del movimiento durante tareas de la EI	GC2 mejora ‡ en: "reflejos de los músculos eversores". Las otras variables (equilibrio estático, equilibrio dinámico y funcionalidad) no presentan resultados significativos aunque se nota mejoras en los grupos.
▪ Cloak R, Nevill AM, Clarke F, Day S, Wyon MA ▪ **Año:** 2010 ▪ **Referencia bibliográfica:** (74) ▪ **PEDro :** 5/10	GI (n=19): **"Whole body vibration training"** GC (n=19)	Programa de entrenamiento de propiocepción y de fuerza. 2 sesiones por semana durante 6 semanas. Un total de 12 sesiones	• Equilibrio estático • Balanceo postural • Fatiga (objetiva) del peroneo largo	• SEBT • COP durante el "Single leg balance test" • Electromiografía del peroneo largo	El GI mejora en: SEBT-anterior*, distribución del COP‡ SEBT-PM y SEBT-PL presentan mejoras aunque no sean significativas.

- ***** Mejoras significativas respecto al grupo control
- ‡ Mejoras significativas en el tiempo (entre el pretest y el postest)
- **"Hedge's g" o "Cohen's d" - Tamaño del efecto: 0.2** ≤ pequeño < 0.5 **0.5** ≤ Medio < 0.8 **0.8** ≤ Grande **1,2** ≤ Muy grande

(El índice de la no diferencia es 0)

Dominancias

Dominancias poblacionales

Primero se sabe que **la edad** puede influir como factor de riesgo de lesión. Podemos poner de relieve que la población estudiada sea relativamente joven. En efecto, se nota que la media de edad ponderada del conjunto de los artículos es 20,2 años. El estudio de **Ardakani MK et al. (69)** es el artículo en el cual los participantes tienen la media de edad mayor con un valor de 22.5 años (±3.10) y se nota que los artículos de **Cain MS et al. (71,73)** tienen la media de edad más baja con un valor de 16.37 (± 1.00) y de 16.5 (± 1.29 años).

A continuación, en cuanto a la variable **"género",** se nota que el 100% de los participantes son hombres en 5 de nuestros 8 estudios. Los 2 estudios de **Cain et al. (71,73)** tienen respectivamente un 50% y un 46.5% de hombres. En el estudio de **Cloak R et al. (74)**, 100% de los participantes son mujeres.

Luego, se nota que el tipo de **deporte practicado** varía entre los estudios. Los jugadores de baloncesto representan 21,7% de los participantes de nuestro trabajo. Se nota que 14,5% son bailarines, 13,7% de los participantes son futbolistas, 12,5% son jugadores de fútbol americano, 1.1% son jugadores de voleibol y un 0.4% (solo un participante) practica el judo. Hay artículos en los cuales el tipo de deporte practicado por los pacientes no está indicado. La **figura 1** presenta la repartición de los diferentes deportes integrados en nuestro trabajo.

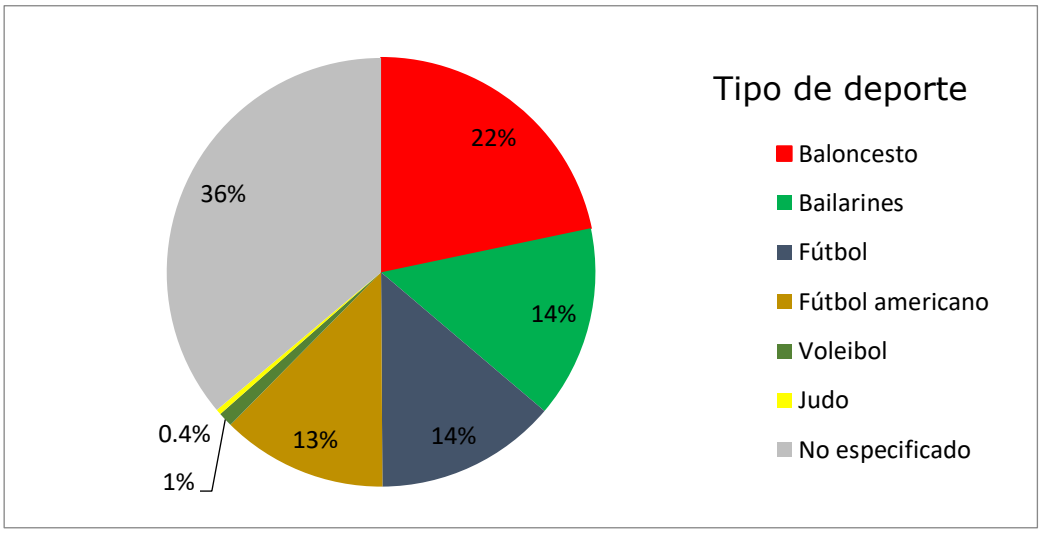


Figura 1: *Repartición de los diferentes deportes practicados*

Finalmente, hubiera sido interesante tener información sobre el índice de masa corporal de los sujetos (por ejemplo, tener un porcentaje de personas con sobrepeso) sabiendo que es un factor de riesgo de esguince que puede influir sobre nuestros resultados. Pero los artículos no nos han permitido analizarlo. Sin embargo, hemos podido calcular el **peso** medio de la totalidad de los participantes que es de 71.6 kilogramos. La media de peso más alta se encuentra en los participantes del grupo intervención del artículo de **Ardakani MK et al. (55)** y

tiene un valor de 82.6 kg. La media de peso más baja se encuentra en el grupo control del artículo de **Cloak R et al.** con un valor de 60,2 kg.

Dominancias metodológicas

En algunos estudios, el **tamaño de la muestra** no es alto. Esto puede influir sobre la parte estadística de nuestros resultados. Hay una media de 33 participantes en nuestros 8 artículos. El estudio que tiene el mayor tamaño muestral es el estudio de 2020 de **Cain MS et al. (73)** con un total de 43 participantes. El estudio de 2017 de **Cain MS et al. (71)** tiene el tamaño de muestra más pequeño con un total de 22 participantes. Después, se puede notar que la **tasa de abandono** es relativamente baja en nuestros estudios. De hecho, sólo dos estudios han perdido participantes durante la realización de su programa. El estudio de **Ardakani MK et al. (55)** y el estudio de **Minoonejad H et al. (69)** son los únicos que han experimentado abandonos con, para cada uno, un total de 2 abandonos durante el estudio.

A continuación, el **número de sesión** varía entre los estudios. La **figura 2** presenta las diferentes dosis de entrenamiento aplicadas a las poblaciones estudiadas. Se nota que 3 estudios integran un programa de 18 sesiones, 4 artículos integran un programa de 12 sesiones y 1 estudio integra un programa de 16 sesiones. Hay una media de 14,6 sesiones de entrenamiento. El **tiempo de aplicación del programa** varía entre 4 y 6 semanas según los estudios. 4 estudios aplican un programa de 6 semanas y 4 artículos integran un programa de 4 semanas. El tiempo medio de aplicación de los programas de entrenamiento es de 5 semanas. Artículos no presentan el tiempo de aplicación de los ejercicios (en horas). El tiempo de las sesiones no es indicado en nuestros artículos.

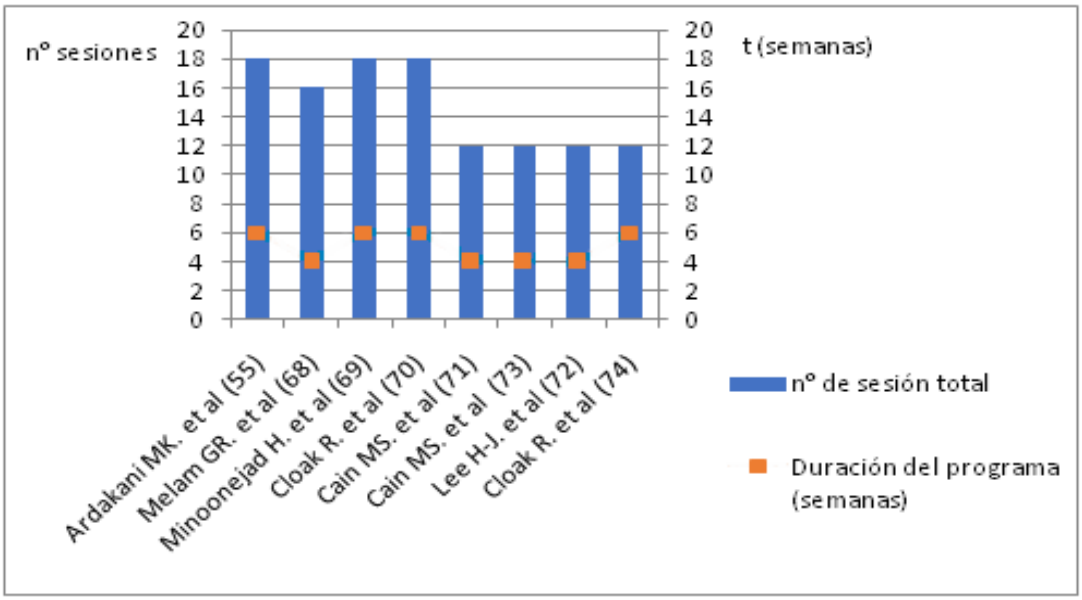


Figura 2: *Dosis de entrenamiento aplicada*

Luego, se ha analizado la **calidad de los estudios** con la escala PEDro. La puntuación varía entre 4 y 8 sobre 10. La nota media es 5.35/10. Se nota que 3 estudios tienen una calificación de 4/10. Luego, 2 estudios tienen una calificación de 5/10. Los 3 estudios restantes tienen una calificación de 6, 7 y 8 sobre 10. El artículo con calificación más elevada es el de **Minou Nejad H et al. (69)**. El nivel de evidencia de cada estudio es presentado en la Tabla 3 (Anexe).

También, podemos presentar las diferentes **herramientas de valoración** usadas. Subrayamos que existen numerosas herramientas. Aquí, más de 10 herramientas diferentes fueron usadas. Las más utilizadas fueron el "SEBT", usada en 6 artículos, y las pruebas de salto, utilizadas en 4 artículos. En 3 artículos, se usa cuestionarios que miden la funcionalidad o inestabilidad del tobillo auto-informada por el paciente (FAAM y CAIT). Ningún artículo analiza la variable "recurrencia del esguince" después de la aplicación del tratamiento.

Finalmente, es importante especificar los diferentes tipos de **programas de entrenamiento aplicados** porque nuestro objetivo es analizar el efecto de estos últimos. Se nota que hay 6 programas de entrenamiento de tipo propioceptivo, 2 programas de entrenamiento con saltos multidireccionales, 1 programa de trabajo del control neuromuscular, 1 programa de entrenamiento de fuerza de tobillo, 1 programa de entrenamiento combinando fuerza de tobillo y propiocepción y 1 programa de entrenamiento combinando fuerza de cadera del lado contralateral y equilibrio del lado homolateral al tobillo lesionado.

Dominancias según los objetivos específicos de la revisión bibliográfica.

Percepción de la funcionalidad

La percepción de la funcionalidad del tobillo y del pie auto-informada por el sujeto durante la práctica de deporte se valora con el cuestionario FAAM-sport. La figura 3 representa los resultados obtenidos en 4 programas diferentes.
En promedio, los grupos intervención presentan un aumento de 13.6 puntos sobre 100 en el FAAM-Sport. El programa de entrenamiento pliométrico "Hop stabilization" permite mejoras significativas, con un efecto de muy gran tamaño respecto al grupo control (IC no cruza el cero). Gana 24.5 puntos sobre ciento mientras que el grupo control ha perdido 0.7 punto al final del estudio. Los programas de fuerza (RBT) y de combinación de la propiocepción y de la fuerza (BAPS-RBT) presentan un pequeño tamaño de efecto sobre esta percepción de funcionalidad (y el IC cruza el cero). Por fin, la aplicación del programa propioceptivo "BAPS" provoca poca mejora. Las mejoras son respectivamente de 69.01 a 81.25 puntos (aumenta de 12.24), de 74.06 a 84.69 puntos (aumenta de 10.63) y de 77.5 a 84.38 puntos (aumenta de 6.88) sobre 100. La puntuación del grupo control de este mismo estudio aumenta de 5.97 puntos sobre 100.

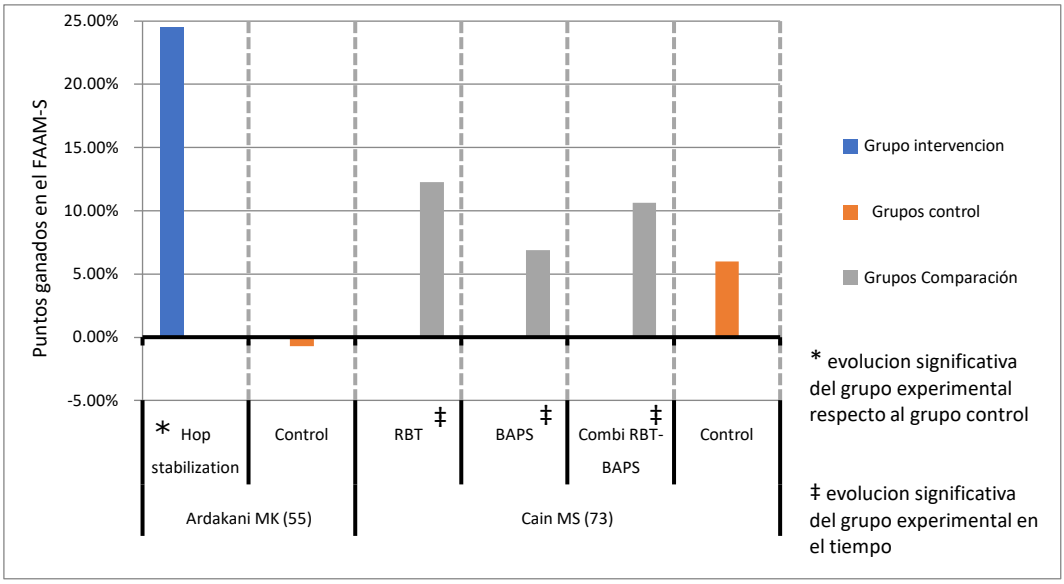


Figura 3: *Evolución (pré/post-test) de la puntuación del cuestionario FAAM-Sport*

Existe también el FAAM-Adl que define l**a percepción de la funcionalidad del tobillo y del pie auto-informada por el sujeto** durante las actividades de la vida cotidiana. Los resultados indican una evolución positiva de la puntuación del cuestionario FAAM-Adl pero no es estadísticamente significativa. En promedio, los grupos intervención ganan 4 puntos tras la aplicación de los protocolos de entrenamiento. El programa que combina el trabajo de la propiocepción y de la fuerza es el que tiene mejor efecto con una ganancia de 5,91 puntos. El trabajo de fuerza presenta el efecto más bajo con una ganancia de 2.28 puntos. El trabajo propioceptivo y el trabajo con saltos mejoran la puntuación del FAAM-Adl con una ganancia de 3,46 y 4,4 puntos. Entonces, se ve que las 4 sesiones de entrenamiento permiten una mejora en la puntuación FAAM-Adl aunque esta mejora no sea estadísticamente significativa respecto al grupo control. Al mismo tiempo, se nota que los grupos control no ganan más de 2 puntos (solo 1 y 1.95).

<u>Equilibrio dinámico</u>

El equilibrio dinámico se valora con el "Star excursion balance test". La figura 4 presenta las evoluciones de las excursiones alcanzadas tras la aplicación de los protocolos de entrenamiento neuromuscular.
Primero, se nota mejoras significativas entre el pre-test y el post-test de las distancias alcanzadas en dirección **postero-lateral (SEBT-PL)** para los programas de entrenamientos de propiocepción (BAPS, whole body) y de fuerza. El programa que combina el trabajo de la propiocepción y de la fuerza (Combi BAPS-RBT) permite una importante mejora en esta dirección con un aumento de la distancia alcanzada de 13.13% de longitud de miembro. Hemos podido analizar los resultados del SEBT en dirección postero-lateral en 6 programas diferentes. Se observa mejoras para los 6 programas de entrenamiento y se nota que el aumento medio de la excursión alcanzada entre el pretest y el postest es de 7.57% de longitud de miembro. A continuación, se puede ver que los entrenamientos neuromusculares basados sobre el trabajo del equilibrio, de la fuerza o de la

propiocepción (BAPS) permiten mejoras significativas del SEBT en el tiempo en dirección **postero-medial (SEBT-PM)**. El entrenamiento con mejor evolución es el de la fuerza con una mejora de 11.62%. La evolución media de la distancia alcanzada para el SEBT-PM es de 7.8%. Finalmente, se nota mejoras en el SEBT en dirección **anterior (SEBT-A)** entre el pretest y el postest. En promedio, los programas de entrenamiento neuromuscular permiten un aumento de la distancia de 2.99% de longitud de miembro en esta dirección. El programa que presenta la mejor evolución es el entrenamiento con control neuromuscular global con un aumento de 4.75% de longitud de miembro aunque no sea significativo respecto al grupo control.

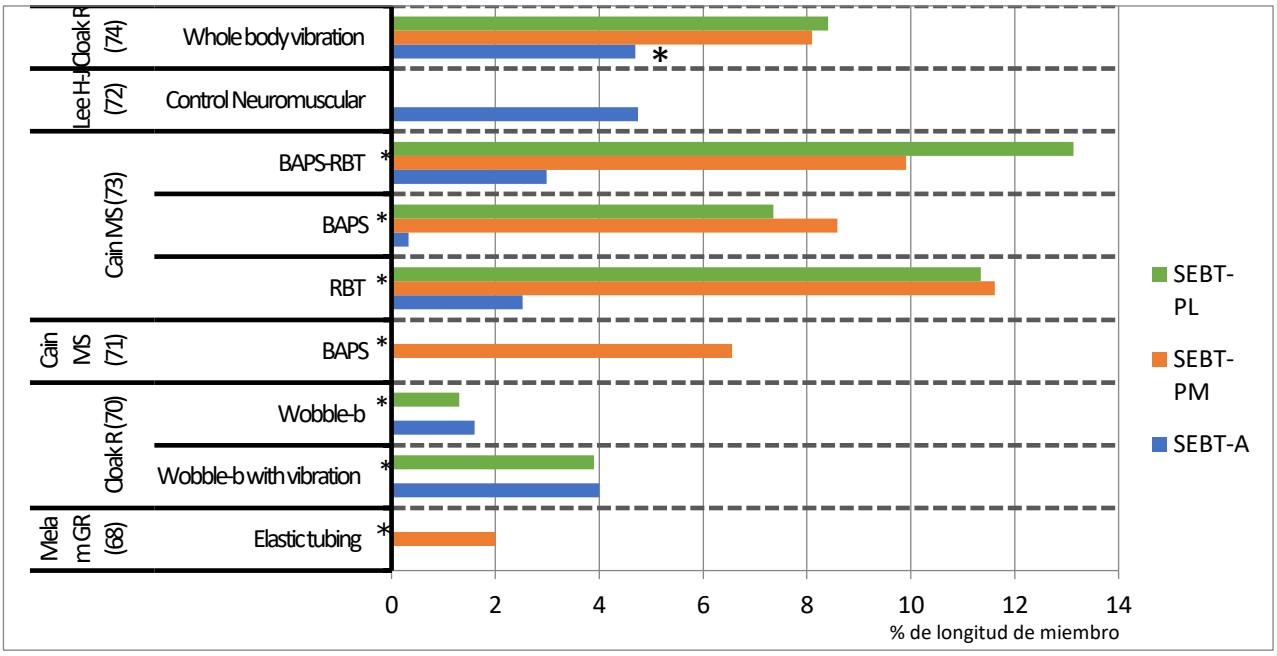


Figura 4: *Evolución de las distancias alcanzadas en el SEBT*

<u>Recurrencia</u>

No se puede estudiar la recurrencia de esguinces. En efecto, ningún artículo analiza esta variable en la población deportistas con ICT. Sin embargo, el "CAIT" incorpora preguntas relacionadas a la **perdida de estabilidad y la sensación de inestabilidad** durante ciertas actividades de la vida cotidiana y durante la práctica de una actividad física. Una mejora de la puntuación en el CAIT se relaciona con una mejora de la estabilidad del tobillo percibida por el sujeto. La figura 5 presenta los resultados de los diferentes estudios. Este gráfico nos muestra que la aplicación de los programas de entrenamientos neuromusculares permite una mejora de la puntuación del CAIT.

En promedio, los grupos intervención ganan 3.5 puntos sobre 30 en el CAIT. El programa de 18 sesiones de entrenamiento pliométrico (Hop stabilization) permite mejoras con un gran tamaño de efecto (IC 95% no cruza el cero) y hay una ganancia de 4.3 puntos sobre 30 después de estas 6 semanas de entrenamiento mientras que el grupo control solo gana 0,7 punto. Los programas propioceptivo ("BAPS") y de fuerza ("RBT") aplicados durante 12 sesiones tienen un tamaño de

efecto muy grande (pero IC 95% cruza el cero) respecto al grupo control y permiten ganar, en promedio, respectivamente 5,8 y 4,42 puntos. El programa que integra la combinación "RBT-BAPS" tiene un tamaño de efecto medio y permite ganar 3 puntos en el CAIT. El grupo control de este mismo estudio pierde 0.81 punto.

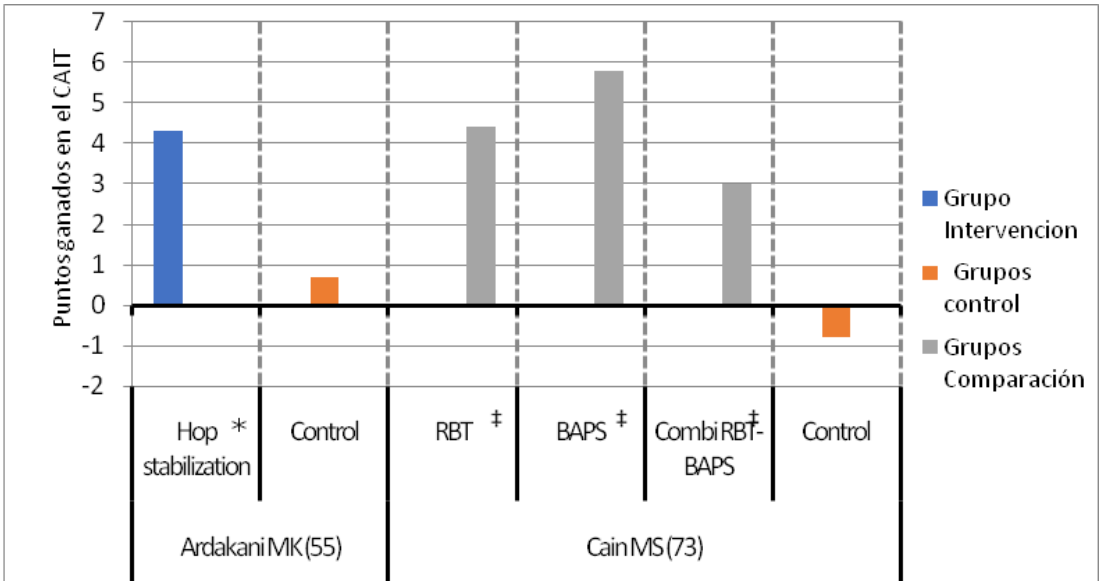


Figura 5: *Evolución (pré/post-test) de la puntuación del CAIT*

5. Discusión

Síntomas y signos auto-informados por los sujetos

En primer lugar, recordamos que los principales síntomas de la inestabilidad crónica de tobillo son deficiencias físicas y funcionales percibidas y auto-informadas por parte del paciente. **La percepción de la funcionalidad** de la articulación es una variable importante usada para estudiar esta patología. Según la literatura actual, el FAAM-sport es una de las herramientas de valoración más relevante para estudiar esta variable en la población deportista. 3 artículos estudian la funcionalidad del tobillo auto-informada por el paciente. En 2 de estos 3 hemos podido analizar los resultados después de la aplicación de un programa de entrenamiento neuromuscular. Se puede ver que el programa "hop stabilization" presenta mejor efectos que los 3 otros programas propuestos en el artículo de Cain MS et al. Los programas de RBT y RBT-BAPS presentan un pequeño efecto y el programa "BAPS" no presenta casi ningún efecto respecto al grupo control (y los 3 IC cruzan el 0).

Es importante poner de relieve que los 2 estudios presentan **heterogeneidades metodológicas**. Por ejemplo, los programas de entrenamiento no trabajan el mismo componente neuromuscular. El más efectivo para esta variable se basa sobre un trabajo pliométrico con saltos en diferentes direcciones mientras que los otros entrenamientos se basan sobre el fortalecimiento de los músculos del tobillo y/o el trabajo propioceptivo con desestabilizaciones externas. Luego, aunque la

frecuencia de trabajo es la misma (es de 3 sesiones por semana para los 4 programas), el programa pliométrico se aplica durante 18 sesiones mientras que los 3 otros se aplican durante 12 sesiones. También, existen **heterogeneidades poblacionales**. El sexo y la edad difieren entre estos 2 artículos. En efecto hay 50% de mujeres y los participantes tienen menos de 18 años en el estudio que presenta menos efectos mientras que en la muestra del primer artículo, el 100% de los participantes son hombres adultos. Luego, el tipo de deporte no es el mismo. El trabajo pliométrico se aplica sobre jugadores de baloncesto. El entrenamiento trabaja una de las características del deporte que es el salto. Los 3 otros programas se aplican sobre sujetos cuyo deporte no es especificado. El programa "hop stabilization" parece ser efectivo en deportistas con ICT pero sería interesante ver si las características del deporte influyen sobre los resultados medidos con el FAAM-sport.
Es difícil afirmar que el "hop stabilization" es efectivo en todo tipo de deporte. Los científicos deberían realizar más estudios sobre el trabajo pliométrico en diferentes deportes y no solo para jugadores de baloncesto. Como en nuestro trabajo, la revisión sistemática de 2016 de Kosik KB et al. sugiere que el entrenamiento de fuerza no proporciona mejoras clínicamente significativas para el FAAM-s. Sin embargo indica que el trabajo del equilibrio muestra buena efectividad (75).

En segundo lugar, recordamos que el principal signo de ICT es **la recurrencia de esguince de tobillo.** Subrayamos que ninguno de nuestros 8 artículos lo evalúa. Sin embargo, los mismos 3 artículos que usan el FAAM-sport usan el CAIT. Esta herramienta valora la **pérdida de estabilidad o la sensación de inestabilidad** durante ciertas actividades de la vida cotidiana y durante la práctica de una actividad física. 2 artículos nos permiten analizar los resultados obtenidos. Los resultados son más homogéneos que en el FAAM-sport. Los entrenamientos aquí son todos efectivos con un efecto de tamaño medio a muy grande. A diferencia de los resultados obtenidos en el FAAM-sport, el programa "BAPS" tiene el mejor resultado en el CAIT con un tamaño de efecto muy grande. Pero si estudiamos los intervalos de confianza de los resultados obtenidos, se puede ver que solo el programa de 18 sesiones "Hop stabilization" permite mejorar con una certeza de 95% la sensación de inestabilidad auto-informada por los deportistas con ICT.
Entonces, es difícil determinar si los programas de fuerza, de propiocepción o los programas que combinan los 2 componentes son efectivos porque aunque muestran mejoras importantes, la estadística no nos permite generalizar con certeza el resultado obtenido. Estos 3 programas se aplican sobre 12 sesiones y los tamaños muestrales son de 12, 10 y 10 sujetos. El trabajo pliométrico se aplica durante 18 sesiones y el tamaño muestral es de 14 sujetos. Las heterogeneidades metodológicas y poblacionales son las mismas que las anteriores. Recordamos que no hemos podido determinar concretamente la recurrencia de lesión y responder al objetivo específico planteado. Sin embargo, 3 revisiones sistemáticas apoyan los resultados de nuestro estudio destacando que la aplicación de programas de equilibrio, de propiocepción o de fuerza reduce la frecuencia de "giving way" y la recurrencia de lesión en deportistas con ICT. Además, la mayoría de los estudios de la revisión sistemática de Astrid Zech et al. muestran mejoras de esta variable a largo plazo (76–78).

Equilibrio dinámico

6 artículos estudian el efecto del entrenamiento neuromuscular sobre el **equilibrio dinámico** de los sujetos con ICT con el Star Excursion Balance Test. Es un "gold standard" para valorar esta variable pero hay que cuidar con la interpretación que le damos porque la falta de equilibrio dinámico no define la inestabilidad crónica de tobillo. La combinación del trabajo de la fuerza del tobillo con el trabajo propioceptivo (BAPS-RBT) parece ser el entrenamiento más efectivo.
Los resultados muestran un efecto de gran a muy gran tamaño también en el entrenamiento de fuerza del tobillo en las direcciones postero-lateral y postero-medial del SEBT. Luego, aunque todos muestran mejoras, los entrenamientos propioceptivos y de equilibrio monopodal presentan efectos heterogéneos sobre el equilibrio dinámico. En efecto, los entrenamientos propioceptivos "Wobble-board" y "Wobble board with vibration" y el entrenamiento de equilibrio monopodal "Elastic tubing" presentan pocos efectos mientras que en los otros programas de propiocepción (BAPS y Whole body with vibration) observamos un gran efecto.

Los efectos débiles del programa "wobble board" son sorprendentes porque la plataforma es casi idéntica a la del BAPS y podríamos pensar que agregarle una vibración en el "Wobble board vibration" permitiré añadir los efectos desestabilizadores del "Whole body vibration". También observamos que los 3 programas que presentan pequeños efectos se aplican durante más sesiones (16 y 18) que los otros 3 (12 sesiones). Analizando las dominancias poblacionales y metodológicas entre los diferentes entrenamientos, hemos observado otras heterogeneidades. Los programas "wobble board" (con y sin vibración) y "Elastic tubing" tienen una puntuación de 4/10 en la escala PEDro, las muestras están compuestas sólo por hombres y la edad está comprendida entre 19 y 24 años. En los 3 otros programas, la población es más joven (la edad se sitúa entre 15 y 20 años), las puntuaciones son de 7/10 y 5/10 y las muestras contienen hombres y mujeres. La información proporcionada por la literatura indica que en adolescentes y adultos jóvenes, el alcance del SEBT aumenta con la edad. Entonces, solo la puntuación PEDro o el sexo parecen provocar estas discrepencias pero no se puede afirmarlo con certeza (76–78).
Finalmente, los resultados varían según la dirección del SEBT. Por ejemplo, en el grupo "Whole body vibration" los resultados son estadísticamente significativos respecto al grupo control en la dirección anterior pero no lo son en las direcciones posteromedial y posterolateral. También, los grupos BAPS, RBT y RBT-BAPS tienen los mejores efectos en las direcciones posteromedial y posterolateral pero muestran efectos débiles en dirección anterior en comparación con otros programas. No podemos explicar estas contradicciones observadas según la dirección del SEBT.

Es difícil percibir cuál factor podría influir sobre los resultados obtenidos. Aunque casi todos permiten mejoras significativas, el tamaño de efecto es muy variable según la dirección del SEBT y se observa discrepancias entre los 6 programas propioceptivos. Nos falta evidencia para afirmar con certeza que hay una relación entre el trabajo de la fuerza y la mejora del equilibrio dinámico porque solo 1 artículo estudia este componente. Además, Lijiang Luan et al. afirman en su

reciente meta-análisis que el entrenamiento de fuerza todavía muestra muy poco efecto sobre el equilibrio dinámico en sujetos con ICT. Sin embargo, autores como Tsikopoulos K et al. afirman que los programas que combinan el trabajo del equilibrio y de la fuerza pueden ser efectivos en la mejora del equilibrio dinámico en pacientes con ICT. Esto podría apoyar nuestra hipótesis respecto a la combinación de diferentes componentes NM y sería interesante realizar más estudios que evalúan el efecto de programas que combinan el trabajo de la fuerza con otros componentes NM (equilibrio o propiocepción) (82,83).

6. Limitación

Existen limitaciones que nos impiden interpretar correctamente los resultados obtenidos.
Muchos estudios no representan el tamaño/la fuerza de los efectos (**"effect size"**) de los tratamientos sobre las variables estudiadas. Esto nos habría permitido notar el impacto de cada tratamiento aplicado a los grupos intervención en comparación con los grupos control. Además, algunos artículos que exponen los tamaños de efectos no determinan los intervalos de confianza de estos últimos. En consecuencia, es imposible generalizar con certeza ciertos resultados relevantes. Por eso, la comunicación de las implicaciones clínicas es más difícil. Luego, algunos estudios tienen un **tamaño muestral pequeño**. Ciertos contienen menos de 30 sujetos. Esto puede implicar que algunos resultados no sean significativos o que el intervalo de confianza sea más amplio (como por ejemplo la mejora del equilibrio dinámico evaluada con el SEBT en el estudio de Lee H-J et al). Nos impide afirmar que ciertos tratamientos sean efectivos con un 95% de certeza. Esto implica una limitación para la credibilidad y la validez de los resultados. También, falta el criterio de elegibilidad de la escala PEDro (criterio 1) en 2 de nuestros 8 artículos. Tiene una influencia sobre la validez externa de nuestros estudios. Se sabe también, que para estos protocolos no es posible tener los criterios "terapeuta ciego" y "sujeto ciego" y que pocos estudios presentan un "evaluador ciego". Puede provocar sesgos cognitivos como por ejemplo lo de confirmación al analizar los resultados. Finalmente, hay artículos que no presentan el **tiempo de aplicación de los ejercicios** (en horas o en minutos) durante la sesión. En ciertos casos, esto nos impide conocer la dosis de trabajo de la sesión efectuada. En efecto, aunque se conoce el número de sesión y la duración del tratamiento, no se reporta el tiempo de trabajo de una sesión. Entonces, es difícil comparar los resultados y reflexionar sobre una posible causa de diferencia. Esta limitación es explicable en los casos en que el entrenamiento es un trabajo de fuerza porque la carga de trabajo está determinada por series y número de repeticiones.

Encontramos también limitaciones metodológicas, especialmente en las herramientas de valoración utilizadas, en nuestros artículos.
Hay limitaciones metodológicas que nos impiden responder realmente al objetivo general de nuestro trabajo. Sólo 3 artículos valoran la inestabilidad crónica respetando la definición actual de esta patología indicada por la literatura científica. En efecto, **sólo 3 artículos valoran la sensación de inestabilidad y la percepción de funcionalidad de tobillo auto informada por el paciente.**

Como lo hemos escrito antes, sólo 3 artículos usan el FAAM-s y el CAIT. Esto nos limita en las comparaciones de las evoluciones de las puntuaciones de estos dos cuestionarios. Efectivamente, podemos ver que nuestros gráficos estudiando estas variables carecen de datos. En realidad, la limitación es que no existe un "Gold standard" que mida la percepción de la funcionalidad o de la inestabilidad del tobillo auto informada por parte del paciente. Por estas razones, los artículos estudian muchas **variables diferentes**. Esto implica la integración de numerosas herramientas de valoración diferentes pero pocos artículos usan las más fiables. Además, no hemos podido responder completamente a uno de nuestros 3 objetivos específicos. En efecto, la variable **"recurrencia de esguince"** no ha sido estudiada en ninguno de nuestros 8 artículos. Esto nos impide saber si la aplicación de los protocolos permite una reducción del número de esguince en los pacientes con ICT. No hay un seguimiento (o **"Follow up"**) de nuestros participantes que nos permite comprobar que exista una reducción de la frecuencia de esguinces tras la aplicación de estos protocolos de entrenamiento neuromuscular. También, ciertos programas no valoran todas las **direcciones del SEBT**. Por ejemplo, algunos no valoran la dirección posterior y otros no valoran la dirección anterior. Hemos optado por seleccionar las 3 direcciones más fiables según la literatura. Estos corresponden a las direcciones del "Y-balance test". La comparación de los resultados obtenidos es incompleta cuando nos falta evaluación de ciertas direcciones. Por lo tanto, es difícil conocer el efecto real del entrenamiento sobre la evolución del equilibrio dinámico para 5 de los 6 artículos que evalúan esta variable.

7. Conclusión

Para concluir, nuestro trabajo no nos permite afirmar con certeza que el entrenamiento neuromuscular permite prevenir el esguince lateral de tobillo en deportistas entre 15 y 26 años con ICT. El programa de entrenamiento con saltos muestra mejoras de gran a muy gran tamaño para las variables FAAM-S y CAIT pero es el único programa donde las mejoras se pueden afirmar con un 95% de certeza. Sin embargo los programas de fuerza, de propiocepción o que combinan los 2 componentes permiten un cambio mínimo detectable para las variables SEBT o CAIT.

En cuento a nuestra práctica clínica, el programa de entrenamiento pliométrico de 18 sesiones podría ser útil para los deportistas con ICT. Permite mejorar su percepción de funcionalidad y su sensación de estabilidad pero nuestros artículos nos permiten hacer un análisis exhaustivo de su efecto sobre estas 2 variables. Luego, no podemos aconsejar con certeza la aplicación de programas de fuerza o de propiocepción para tratar a los deportistas con ICT.
Para las futuras investigaciones, es recomendable aplicar los entrenamientos durante más sesiones y con un tamaño de muestra mayor. Sería también interesante evaluar la efectividad de programas que integran la combinación de diferentes componentes del entrenamiento neuromuscular. Es importante subrayar que los estudios deberían evaluar los efectos del entrenamiento neuromuscular sobre la inestabilidad crónica de tobillo respetando los signos y síntomas definidos en la literatura. En efecto, los estudios tendrían que evaluar la recurrencia de

lesión, la frecuencia de "giving way" y la percepción de funcionalidad y deberían realizar un seguimiento a largo plazo.

8. Agradecimientos

Un agradecimiento a mi tutor Jordi Padrós Augé por haberme guiado a lo largo de mi trabajo, por su paciencia, por haber estado a mi disposición en caso de duda y por sus consejos que me han permitido realizar una análisis más crítica de la literatura. Agradezco también Mireia Campoy Vila por su ayuda durante la asignatura elaboración de proyecto.

Subrayo la importancia del apoyo mutuo que trajimos entre compañeros de clase durante estos 4 años. Agradezco mi familia por su aliento.

9. Bibliografía

1. Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, Docherty CL, Fourchet F, Fong DT-P, et al. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. Br J Sports Med. déc 2016;50(24):1496-505.
2. Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. Sports Med Auckl NZ. janv 2014;44(1):123-40.
3. Delahunt E, Bleakley CM, Bossard DS, Caulfield BM, Docherty CL, Doherty C, et al. Clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries (ROAST): 2019 consensus statement and recommendations of the International Ankle Consortium. Br J Sports Med. oct 2018;52(20):1304-10.
4. Ferran NA, Maffulli N. Epidemiology of sprains of the lateral ankle ligament complex. Foot Ankle Clin. sept 2006;11(3):659-62.
5. Miklovic TM, Donovan L, Protzuk OA, Kang MS, Feger MA. Acute lateral ankle sprain to chronic ankle instability: a pathway of dysfunction. Phys Sportsmed. févr 2018;46(1):116-22.
6. Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. J Athl Train. 2002;37(4):364-75.
7. Hiller CE, Kilbreath SL, Refshauge KM. Chronic ankle instability: evolution of the model. J Athl Train. avr 2011;46(2):133-41.
8. Gibboney MD, Dreyer MA. Lateral Ankle Instability. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 [cité 16 janv 2021]. Disponible sur: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538215/
9. Struijs PA, Kerkhoffs GM. Ankle sprain. BMJ Clin Evid [Internet]. 13 mai 2010 [cité 16 janv 2021];2010. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2907605/
10. Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. J Athl Train. juin 2019;54(6):603-10.
11. Hintermann B. Biomechanics of the unstable ankle joint and clinical implications. Med Sci Sports Exerc. juill 1999;31(7 Suppl):S459-469.
12. van Rijn RM, van Os AG, Bernsen RMD, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SMA. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. Am J Med. avr 2008;121(4):324-331.e6.
13. Smith RW, Reischl SF. Treatment of ankle sprains in young athletes. Am J Sports Med. déc 1986;14(6):465-71.
14. de Noronha M, França LC, Haupenthal A, Nunes GS. Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. Scand J Med Sci Sports. oct 2013;23(5):541-7.
15. Tyler TF, McHugh MP, Mirabella MR, Mullaney MJ, Nicholas SJ. Risk factors for noncontact ankle sprains in high school football players: the role of previous ankle sprains and body mass index. Am J Sports Med. mars 2006;34(3):471-5.
16. Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Intrinsic risk factors of noncontact ankle sprains in soccer: a prospective study on 100 professional players. Am J Sports Med. août 2012;40(8):1842-50.

17. Arnold BL, Linens SW, de la Motte SJ, Ross SE. Concentric Evertor Strength Differences and Functional Ankle Instability: A Meta-Analysis. J Athl Train. 2009;44(6):653-62.
18. Gribble PA, Terada M, Beard MQ, Kosik KB, Lepley AS, McCann RS, et al. Prediction of Lateral Ankle Sprains in Football Players Based on Clinical Tests and Body Mass Index. Am J Sports Med. févr 2016;44(2):460-7.
19. Hartley EM, Hoch MC, Boling MC. Y-balance test performance and BMI are associated with ankle sprain injury in collegiate male athletes. J Sci Med Sport. juill 2018;21(7):676-80.
20. McGuine TA, Greene JJ, Best T, Leverson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med. oct 2000;10(4):239-44.
21. Lee H, Yim J. Increased Postural Sway and Changes in the Neuromuscular Activities of the Ankle Stabilizing Muscles at Ovulation in Healthy Young Women. Tohoku J Exp Med. déc 2016;240(4):287-94.
22. Mohamadi S, Ebrahimi I, Salavati M, Dadgoo M, Jafarpisheh AS, Rezaeian ZS. Attentional Demands of Postural Control in Chronic Ankle Instability, Copers and Healthy Controls: A Controlled Cross-sectional Study. Gait Posture. juin 2020;79:183-8.
23. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train. juin 2007;42(2):311-9.
24. Roos KG, Kerr ZY, Mauntel TC, Djoko A, Dompier TP, Wikstrom EA. The Epidemiology of Lateral Ligament Complex Ankle Sprains in National Collegiate Athletic Association Sports. Am J Sports Med. janv 2017;45(1):201-9.
25. Cumps E, Verhagen E, Meeusen R. Prospective Epidemiological Study of Basketball Injuries During One Competitive Season: Ankle Sprains and Overuse Knee Injuries. J Sports Sci Med. juin 2007;6(2):204.
26. McCriskin BJ, Cameron KL, Orr JD, Waterman BR. Management and prevention of acute and chronic lateral ankle instability in athletic patient populations. World J Orthop. 18 mars 2015;6(2):161.
27. Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin C-WC, Hiller CE. Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. Med Sci Sports Exerc. nov 2010;42(11):2106-21.
28. Gribble PA. Evaluating and Differentiating Ankle Instability. J Athl Train. juin 2019;54(6):617-27.
29. Docherty CL, Gansneder BM, Arnold BL, Hurwitz SR. Development and Reliability of the Ankle Instability Instrument. J Athl Train. 2006;41(2):154-8.
30. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley CM, Caulfield B, Docherty CL, Fong DT-P, et al. Selection Criteria for Patients With Chronic Ankle Instability in Controlled Research: A Position Statement of the International Ankle Consortium. J Athl Train. 2014;49(1):121-7.
31. Martin RL, Irrgang JJ, Burdett RG, Conti SF, Van Swearingen JM. Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM). Foot Ankle Int. nov 2005;26(11):968-83.
32. Carcia CR, Martin RL, Drouin JM. Validity of the Foot and Ankle Ability Measure in athletes with chronic ankle instability. J Athl Train. juin 2008;43(2):179-83.

33. 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. oct 2014;95(10):1853-9.
34. Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, Herbert RD, Kilbreath SL. The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. Arch Phys Med Rehabil. sept 2006;87(9):1235-41.
35. Arnold BL, Wright CJ, Ross SE. Functional ankle instability and health-related quality of life. J Athl Train. déc 2011;46(6):634-41.
36. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. J Athl Train. juin 2012;47(3):339-57.
37. Rosen AB, Needle AR, Ko J. Ability of Functional Performance Tests to Identify Individuals With Chronic Ankle Instability: A Systematic Review With Meta-Analysis. Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med. nov 2019;29(6):509-22.
38. Bell DR, Guskiewicz KM, Clark MA, Padua DA. Systematic Review of the Balance Error Scoring System. Sports Health. mai 2011;3(3):287-95.
39. Hiller CE, Refshauge KM, Herbert RD, Kilbreath SL. Balance and recovery from a perturbation are impaired in people with functional ankle instability. Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med. juill 2007;17(4):269-75.
40. Linens SW, Ross SE, Arnold BL, Gayle R, Pidcoe P. Postural-Stability Tests That Identify Individuals With Chronic Ankle Instability. J Athl Train. 2014;49(1):15-23.
41. Kelln BM, McKeon PO, Gontkof LM, Hertel J. Hand-held dynamometry: reliability of lower extremity muscle testing in healthy, physically active,young adults. J Sport Rehabil. mai 2008;17(2):160-70.
42. Amaral De Noronha M, Borges NG. Lateral ankle sprain: isokinetic test reliability and comparison between invertors and evertors. Clin Biomech Bristol Avon. oct 2004;19(8):868-71.
43. Johnson MR, Stoneman PD. Comparison of a lateral hop test versus a forward hop test for functional evaluation of lateral ankle sprains. J Foot Ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg. juin 2007;46(3):162-74.
44. Docherty CL, Arnold BL, Gansneder BM, Hurwitz S, Gieck J. Functional-Performance Deficits in Volunteers With Functional Ankle Instability. J Athl Train. 2005;40(1):30-4.
45. Secondary Prevention - MeSH - NCBI [Internet]. [cité 17 janv 2021]. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68055502
46. Emery CA, Roy T-O, Whittaker JL, Nettel-Aguirre A, van Mechelen W. Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. juill 2015;49(13):865-70.
47. Postural Balance - MeSH - NCBI [Internet]. [cité 17 janv 2021]. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68004856
48. McKeon PO, Ingersoll CD, Kerrigan DC, Saliba E, Bennett BC, Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. Med Sci Sports Exerc. oct 2008;40(10):1810-9.
49. McCann RS, Bolding BA, Terada M, Kosik KB, Crossett ID, Gribble PA. Isometric Hip Strength and Dynamic Stability of Individuals With Chronic Ankle Instability. J Athl Train. juill 2018;53(7):672-8.

50. Docherty CL, Moore JH, Arnold BL. Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. J Athl Train. oct 1998;33(4):310-4.
51. Mattacola CG, Lloyd JW. Effects of a 6-week strength and proprioception training program on measures of dynamic balance: a single-case design. J Athl Train. avr 1997;32(2):127-35.
52. Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA. mai 2007;15(5):654-64.
53. 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. janv 2015;50(1):36-44.
54. Kaminski TW, Buckley BD, Powers ME, Hubbard TJ, Ortiz C. Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. Br J Sports Med. 2003;37(5):410-5; discussion 415.
55. Ardakani MK, Wikstrom EA, Minoonejad H, Rajabi R, Sharifnezhad A. Hop-Stabilization Training and Landing Biomechanics in Athletes With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. J Athl Train. déc 2019;54(12):1296-303.
56. Shi X, Han J, Witchalls J, Waddington G, Adams R. Does treatment duration of manual therapy influence functional outcomes for individuals with chronic ankle instability: A systematic review with meta-analysis? Musculoskelet Sci Pract. avr 2019;40:87-95.
57. Weerasekara I, Osmotherly P, Snodgrass S, Marquez J, de Zoete R, Rivett DA. Clinical Benefits of Joint Mobilization on Ankle Sprains: A Systematic Review and Meta-Analysis. Arch Phys Med Rehabil. juill 2018;99(7):1395-1412.e5.
58. Southerst D, Yu H, Randhawa K, Côté P, D'Angelo K, Shearer HM, et al. The effectiveness of manual therapy for the management of musculoskeletal disorders of the upper and lower extremities: a systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMa) Collaboration. Chiropr Man Ther. 2015;23:30.
59. Karlsson J, Eriksson BI, Swärd L. Early functional treatment for acute ligament injuries of the ankle joint. Scand J Med Sci Sports. déc 1996;6(6):341-5.
60. Fong DT-P, Hong Y, Chan L-K, Yung PS-H, Chan K-M. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. Sports Med Auckl NZ. 2007;37(1):73-94.
61. Donovan L, Hetzel S, Laufenberg CR, McGuine TA. Prevalence and Impact of Chronic Ankle Instability in Adolescent Athletes. Orthop J Sports Med. févr 2020;8(2):2325967119900962.
62. Valderrabano V, Horisberger M, Russell I, Dougall H, Hintermann B. Etiology of Ankle Osteoarthritis. Clin Orthop. juill 2009;467(7):1800-6.
63. Wang D-Y, Jiao C, Ao Y-F, Yu J-K, Guo Q-W, Xie X, et al. Risk Factors for Osteochondral Lesions and Osteophytes in Chronic Lateral Ankle Instability: A Case Series of 1169 Patients. Orthop J Sports Med. mai 2020;8(5):2325967120922821.
64. Verhagen E a. LM, van Tulder M, van der Beek AJ, Bouter LM, van Mechelen W. An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball. Br J Sports Med. févr 2005;39(2):111-5.

65. Hupperets MDW, Verhagen EALM, Heymans MW, Bosmans JE, van Tulder MW, van Mechelen W. Potential savings of a program to prevent ankle sprain recurrence: economic evaluation of a randomized controlled trial. Am J Sports Med. nov 2010;38(11):2194-200.
66. Knowles SB, Marshall SW, Miller T, Spicer R, Bowling JM, Loomis D, et al. Cost of injuries from a prospective cohort study of North Carolina high school athletes. Inj Prev. déc 2007;13(6):416-21.
67. Emery CA, Pasanen K. Current trends in sport injury prevention. Best Pract Res Clin Rheumatol. févr 2019;33(1):3-15.
68. 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. 1 oct 2018;33(5):e229-36.
69. Minoonejad H, Karimizadeh Ardakani M, Rajabi R, Wikstrom EA, Sharifnezhad A. Hop Stabilization Training Improves Neuromuscular Control in College Basketball Players With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. J Sport Rehabil. 1 août 2019;28(6):576-83.
70. Cloak R, Nevill A, Day S, Wyon M. Six-week combined vibration and wobble board training on balance and stability in footballers with functional ankle instability. Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med. sept 2013;23(5):384-91.
71. Cain MS, Garceau SW, Linens SW. Effects of a 4-Week Biomechanical Ankle Platform System Protocol on Balance in High School Athletes With Chronic Ankle Instability. J Sport Rehabil. janv 2017;26(1):1-7.
72. Lee H-J, Lim K-B, Jung T-H, Kim D-Y, Park K-R. Changes in balancing ability of athletes with chronic ankle instability after foot orthotics application and rehabilitation exercises. Ann Rehabil Med. août 2013;37(4):523-33.
73. 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. 1 août 2020;55(8):801-10.
74. Cloak R, Nevill AM, Clarke F, Day S, Wyon MA. Vibration training improves balance in unstable ankles. Int J Sports Med. déc 2010;31(12):894-900.
75. Kosik KB, McCann RS, Terada M, Gribble PA. Therapeutic interventions for improving self-reported function in patients with chronic ankle instability: a systematic review. Br J Sports Med. janv 2017;51(2):105-12.
76. Cruz AL, Oliveira R, Silva AG. Exercise-based interventions for physically active individuals with functional ankle instability: a systematic review of the literature. J Sports Med Phys Fitness. avr 2019;59(4):666-75.
77. Zech A, Hübscher M, Vogt L, Banzer W, Hänsel F, Pfeifer K. Neuromuscular training for rehabilitation of sports injuries: a systematic review. Med Sci Sports Exerc. oct 2009;41(10):1831-41.
78. Webster KA, Gribble PA. Functional rehabilitation interventions for chronic ankle instability: a systematic review. J Sport Rehabil. févr 2010;19(1):98-114.
79. Holden S, Boreham C, Doherty C, Wang D, Delahunt E. A longitudinal investigation into the progression of dynamic postural stability performance in adolescents. Gait Posture. juill 2016;48:171-6.
80. Gonzalo-Skok O, Serna J, Rhea MR, Marín PJ. AGE DIFFERENCES IN MEASURES OF FUNCTIONAL MOVEMENT AND PERFORMANCE IN HIGHLY YOUTH BASKETBALL PLAYERS. Int J Sports Phys Ther. oct 2017;12(5):812-21.

81. McCann RS, Kosik KB, Terada M, Beard MQ, Buskirk GE, Gribble PA. Associations Between Functional and Isolated Performance Measures in College Women's Soccer Players. J Sport Rehabil. sept 2017;26(5):376-85.
82. Luan L, Adams R, Witchalls J, Ganderton C, Han J. Does Strength Training for Chronic Ankle Instability Improve Balance and Patient-Reported Outcomes and by Clinically Detectable Amounts? A Systematic Review and Meta-Analysis. Phys Ther. 1 févr 2021;
83. Tsikopoulos K, Mavridis D, Georgiannos D, Cain MS. Efficacy of non-surgical interventions on dynamic balance in patients with ankle instability: A network meta-analysis. J Sci Med Sport. sept 2018;21(9):873-9.

10. Anexo

Tabla 3: Nivel de evidencia de los ensayos clínicos (escala PEDro)

	Ardakani MK. et al. (2019)	**Melam GR. et al. (2018)**	**Minoonejad H. et al. (2019)**	**Lee H-J. et al. (2013)**	**Cloak R. et al. (2013)**	**Cain MS. et al. (2017)**	**Cain MS. et al. (2020)**	**Ardakani MK. et al. (2019)**	**Cloak R. et al. (2010)**
Criterios de elegibilidad **(1)**	**No**	**Si**	**No**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**No**	**Si**
Asignación aleatoria **(2)**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**
Asignación oculta **(3)**	**No**	**No**	**Si**	**No**	**Si**	**No**	**Si**	**No**	**No**
Grupos similares al inicio **(4)**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**
Sujetos ciegos **(5)**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Terapeutas ciegos **(6)**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Evaluadores de los resultados ciegos **(7)**	**Si**	**No**	**Si**	**No**	**No**	**No**	**Si**	**Si**	**No**
Seguimiento adecuado **(8)**	**Si**	**No**	**Si**	**No**	**No**	**No**	**Si**	**Si**	**Si**
Intención de tratar **(9)**	**No**	**No**	**Si**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Comparación entre grupos **(10)**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**
Información sobre medidas de puntos y variabilidad **(11)**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**	**Si**
TOTAL	**6/10**	**4/10**	**8/10**	**4/10**	**5/10**	**4/10**	**7/10**	**6/10**	**5/10**