

TRABAJO FINAL DE GRADO

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:
TIPOS DE ENTRENAMIENTO PARA LA MEJORA DE
DÉFICITS QUE PRESENTAN PERSONAS CON
INESTABILIDAD CRÓNICA DE TOBILLO**



Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Universidad Miguel Hernández de Elche

Alumno: Iván Climent Mora

Tutor académico: Jose Luis López Elvira

Curso académico: 2020-2021

ÍNDICE

Resumen estructurado	1
Contextualización	2
Procedimiento de Revisión	3
Métodos	3
Criterios de elegibilidad	3
Fuentes de información y búsqueda	3
Selección de los estudios	3
Revisión bibliográfica	4
Resultados	4
Características de los estudios	4
Discusión	5
Plataforma BAPS	5
Saltos y estabilización, equilibrio a una extremidad	6
Protocolos de fuerza	6
Crossfit y Tai Chi	8
Propuesta de intervención	9
Introducción	9
Intervención	9
Medición y evaluación	12
Conclusión	13
Bibliografía	14
ANEXOS	18

Resumen estructurado

Pregunta de revisión: ¿Qué tipos de entrenamiento pueden mejorar los déficits de equilibrio, fuerza y rendimiento funcional en personas con Inestabilidad Crónica de Tobillo (CAI)? **Introducción:** Las lesiones más comunes experimentadas por jóvenes y adultos son los esguinces de tobillo. Actualmente, se realizan intervenciones donde se combinan varias técnicas de rehabilitación dirigidas al equilibrio, como los entrenamientos en plataformas inestables o saltos y estabilizaciones, fuerza en gomas elásticas y propiocepción del tobillo. Estas intervenciones demuestran mejoras en la estabilidad articular además de reducir el riesgo de lesión. **Objetivo:** Revisar y comparar tipos de entrenamiento que mejoren déficits de equilibrio, fuerza y rendimiento funcional en personas con CAI y proponer una intervención en forma de entrenamiento para fortalecer esta articulación y reducir lo máximo posible el riesgo de lesión en atletas recreativos con CAI. **Metodología:** La revisión se realizó con las recomendaciones del PRISMA. Se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed y Sport Discus. Se incluyeron ensayos clínicos o ensayos clínicos aleatorios publicados en los últimos cinco años donde los participantes debían de tener CAI. Se excluyeron todos los artículos donde los participantes fueron expuestos a operaciones o un tratamiento en las extremidades inferiores. Finalmente se obtuvieron 10 artículos. **Resultados:** Se analizaron los entrenamientos con la placa del sistema biomecánico de plataformas de tobillo (BAPS); ejercicios de saltos y estabilización; ejercicios de equilibrio a una extremidad; protocolos de fuerza con bandas elásticas, elevaciones de talones y técnica de la facilitación neuromuscular propioceptiva; y entrenamientos de los deportes Crossfit y Tai Chi. En todos los entrenamientos, ya sea solos o combinados mejoraban alguna de las variables de los déficits que produce la inestabilidad de tobillo, por lo que no se puede afirmar qué entrenamiento es más eficaz.

Palabras clave: Ankle, Instability, Sprain, Functional, Performance, test, training.



Contextualización

Los esguinces de tobillo son una de las lesiones más comunes experimentadas por los jóvenes y adultos no solo involucrados en la actividad física (Fong et al., 2007), sino también en la comunidad en general (Bridgman et al., 2003). Se estima que el 33% de los pacientes con esguince de tobillo desarrollarán CAI, que se caracteriza por síntomas residuales que incluyen momentos de hiperflexión del tobillo, la sensación de que el tobillo se dobla más de lo normal, sentimientos de inestabilidad tobillo-articular, dolor crónico, esguinces recurrentes e hinchazón (Arnold et al., 2011). Estos deterioros pueden relacionarse con un déficit en el rendimiento funcional, en el rango de movimiento tobillo-dorsiflexión (DFROM), en la fuerza, en la propiocepción y déficits sensoriales que pueden durar años en las personas con CAI (Hiller et al., 2011). Además, la inestabilidad crónica del tobillo se ha asociado con varias consecuencias perjudiciales que incluyen la disminución de la actividad física y la aparición temprana de la osteoartritis postraumática del tobillo dando como resultado una disminución de la calidad de vida en relación con la salud (Golditz et al., 2014).

En la actualidad, se utilizan varias técnicas de rehabilitación diferentes para tratar el CAI, con el enfoque multimodal. Los programas multimodal son intervenciones que contienen varios ejercicios dirigidos al equilibrio estático y dinámico, a la fuerza y a la propiocepción del complejo articular del tobillo (Eils et al., 2001). Los programas multimodal han demostrado mejoras en la articulación del tobillo consiguiendo más estabilidad articular, fuerza y propiocepción además de reducir el riesgo de lesión a las extremidades inferiores (Emery et al., 2010). Este tipo de rehabilitación es útil, sin embargo, no se conoce si realmente unos ejercicios resultan más beneficiosos que otros de otro tipo e incluso si estos son necesarios. De igual modo, se desconoce la duración óptima de cada sesión y la carga de la intervención para su eficiencia. Según Cain et al. (2017) estos aspectos dificultan la organización de la rehabilitación.

El entrenamiento con plataformas inestables es beneficioso para reducir futuros esguinces y aumentar la estabilidad y el equilibrio percibido. Además, aumenta la conciencia postural y disminuyen los síntomas comúnmente asociados con el CAI (Osborne et al., 2003). Este tipo de entrenamiento utiliza varias herramientas, como son la tabla de bamboleo, la tabla de balancín o el sistema de plataforma biomecánica (BAPS), que colocan a los pacientes en una superficie inestable y se solicita a los sujetos que realicen movimientos que estresan el aspecto propioceptivo de su tobillo, . El entrenamiento con discos para el tobillo es una herramienta fácil de usar que se centra en las actividades de soporte de peso y puede utilizarse fácilmente en cualquier entorno clínico.

El entrenamiento de equilibrio es una intervención muy común para pacientes con CAI y es eficaz en la mejora del control postural, una medida del control neuromuscular, en individuos con CAI. Varias intervenciones, incluyendo también una intervención de estabilización del salto, han dado lugar a mejoras de control neuromuscular en la musculatura del tobillo. Sin embargo, se recomienda que los esguinces laterales del tobillo y CAI se traten como una lesión global y no local (McKeon et al., 2008).

En vista de la alta prevalencia e incidencia de la población general de tener déficits de fuerza, equilibrio y rendimiento funcional, es conveniente evaluar y analizar las mejoras y la disminución de estos déficits que pueden desarrollar al realizar un programa de rehabilitación y ver las diferencias entre distintas intervenciones. Hay una gran cantidad de investigaciones para determinar los déficits funcionales, como la propiocepción, el equilibrio, la fuerza y cinemática funcional en participantes sanos y en personas con CAI, así como aquellos que han conseguido el éxito después de la lesión (Rosen et al., 2019).

En la presente revisión bibliográfica se plantean determinadas cuestiones referentes al tipo de entrenamiento y la manera en la que se pueden mejorar los déficits experimentados por los sujetos con inestabilidad del tobillo. Por ello, el objetivo principal en el siguiente análisis es revisar y comparar tipos de entrenamiento que mejoren déficits de equilibrio, fuerza y rendimiento funcional en personas con CAI y proponer una intervención en forma de entrenamiento para fortalecer esta articulación y reducir lo máximo posible el riesgo de lesión en atletas recreativos con CAI.

Procedimiento de Revisión

Métodos

Esta revisión bibliográfica se completó con las recomendaciones formuladas en los elementos del PRISMA

Criterios de elegibilidad

Todos los artículos incluidos en la revisión sistemática cumplían los siguientes criterios de inclusión: (1) artículos que fueran ensayos clínicos o ensayos clínicos aleatorizados; (2) Se limitó la búsqueda a las publicaciones de los últimos 5 años; (3) participantes con CAI; (4) los estudios deben tener un programa de ejercicios congruente (entrenamiento de equilibrio estático, dinámico, propioceptivo, saltos y estabilización, fuerza); (5) deben incluir al menos una variable de medida relacionado con la función del tobillo (fuerza muscular, rango de movimiento, control postural, estabilidad articular). Se excluyeron los artículos donde los participantes fueron expuestos a operaciones o algún tratamiento de las extremidades inferiores; se necesitaba un terapeuta para una intervención de la realización de ejercicios contramanuales.

Fuentes de información y búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó el 24 de febrero del 2021 en dos bases de datos electrónicas: Pubmed y SportDiscus. Los términos clave que se buscaron fueron en ambas bases de datos fueron **“Ankle”, “Instability”, “Sprain”, “Functional Performance”, “test”, “training”**.

Tanto en Pubmed como en Sport Discus se combinaron las palabras clave mediante los conectores **“AND”** y **“OR”** obteniendo la siguiente ecuación de búsqueda:

("Ankle" ("Instability" OR "Sprain")) AND ("Functional" "Performance" OR "test") AND ("training")

Selección de los estudios

En la búsqueda inicial se llevó a cabo utilizando la ecuación de búsqueda en las bases de datos electrónicas mencionadas anteriormente, donde se limitaron los estudios a los últimos 5 años y mostrar solo los ensayos clínicos y los ensayos clínicos aleatorios.

Se eliminaron los estudios repetidos y se inspeccionó los títulos y resúmenes en busca de la relevancia para su inclusión y exclusión, a continuación, se obtuvo los textos completos examinándolos más a fondo en busca de criterios de inclusión y exclusión y finalmente se decidió entre el alumno y el tutor para la inclusión final de los artículos.

Se produjeron 234 resultados en Sport Discus y 163 en Pubmed. En las dos bases de datos se limitó la búsqueda en el apartado *fecha de publicación* **“5 años”** ; *tipo de artículo* **“ensayo clínico”** y **“ensayo controlado aleatorio”**.

Se encontraron 44 estudios potencialmente relevantes después de eliminar los duplicados. Se examinaron para su inclusión y fueron 23 artículos que cumplieron los criterios de elegibilidad, basados en la información proporcionada en el resumen y el título.

Se evaluaron los artículos a texto completo y se excluyeron 4 por la necesidad de un terapeuta para la intervención; 3 porque la población fue sin CAI; otros 3 por no tener grupo control y los últimos 3 sin ninguna intervención con un entrenamiento congruente. Finalmente se obtuvieron 10 artículos finales. Se adjunta el diagrama de flujo en el anexo 1.

Revisión bibliográfica

Resultados

Características de los estudios

Una vez completado el proceso de selección, este trabajo se realizó finalmente con 10 artículos, todos eran ensayos controlados aleatorizados. El tamaño de la muestra osciló entre los 18 y 70 participantes con una edad comprendida entre los 16 y los 35 años, todos ellos con CAI en una de sus extremidades cumpliendo criterios de inclusión y exclusión que se basaron en las recomendaciones del consorcio internacional del tobillo (Gribble et al., 2013). En el anexo 2 se exponen los resúmenes de los artículos de la revisión.

En cuanto a las medidas principales de los resultados podemos encontrar dos tipos, las evaluaciones mediante pruebas físicas de estabilidad postural, fuerza y rendimiento funcional o mediante cuestionarios para medir la función subjetiva de los participantes:

- La más común fue la prueba de equilibrio de la estrella (SEBT) (n=8).
- La prueba de salto lateral a una extremidad (ST) (n=3).
- Prueba de tiempo en equilibrio a una extremidad (n=2).
- Prueba de elevación de pies (n=2).
- Sistema de Puntuación de Errores de Equilibrio (n=2).
- Prueba de salto de figura de 8 (n=1).
- Fuerza isocinética excéntrica y concéntrica en cada dirección del tobillo (inversión, eversión, flexión plantar y dorsiflexión) (n=1).
- Activación muscular mediante la electromiografía (n=1).
- Cinética y la cinemática durante un aterrizaje con salto (n=1).
- Percepción de la posición articular mediante el método de bloque de superficie inclinada (JPS) (n=1).
- Rango de movimiento tobillo-dorsiflexión (DFROM) (n=1).
- En los cuestionarios para medir la función subjetiva de los participantes encontramos la medición de la capacidad del pie y del tobillo (FAAM) (n=5) y la Herramienta de inestabilidad del tobillo de Cumberland (CAIT) (n=4).

Respecto a la duración de las intervenciones, la mayoría de los estudios duraban entre 2 o 3 sesiones por semana durante 4 semanas (n=5); 3 sesiones a la semana durante 6 semanas (n=3); y 2 sesiones a la semana durante 12 semanas (n=2).

Cinco de los estudios utilizaron el equilibrio dinámico y estático como intervención en al menos uno de los entrenamientos, utilizando la plataforma BAPS en dos estudios de ellos para desafiar el equilibrio; Cinco de los estudios utilizaron el salto y la estabilización al menos en un entrenamiento; cuatro estudios utilizaron entrenamiento de fuerza con bandas de resistencia como intervención; el mismo autor realizó dos estudios basándose en movimientos específicos de los propios deportes Taichi (Díaz et al., 2019) y Crossfit (Díaz et al., 2020); y en un estudio añadían la estocada rotacional y sentadilla rotacional unilateral en uno de sus grupos de intervención (Kosik et al., 2017).

Discusión

El propósito de esta revisión bibliográfica es revisar y comparar métodos y tipos de entrenamiento que puedan mejorar los déficits de equilibrio, fuerza, rendimiento funcional y sensación subjetiva de inestabilidad del tobillo que sufren las personas con inestabilidad crónica de tobillo. En todos los estudios existen mejoras de las variables mencionadas anteriormente en el grupo de intervención respecto al grupo control que no realiza ninguna intervención, con lo que podemos afirmar con exactitud que existen claras diferencias en las mejoras de equilibrio, fuerza, rendimiento funcional y sensación subjetiva que se pueden obtener con la ejecución de una intervención y que pueden dejarse de obtener si no se realiza dicha intervención en personas con CAI. A continuación, se dividen en apartados por los tipos de entrenamiento que se han investigado en los artículos de la revisión donde se exponen las mejoras de las variables y comparaciones entre las diversas metodologías que se puedan llevar a cabo en los grupos de rehabilitación.

Plataforma BAPS

En este tipo de entrenamiento los pacientes fueron colocados cerca de una pared donde podían usar sus yemas de los dedos para dar estabilidad contra la pared. Los pacientes colocaban su tobillo inestable en lo alto de la placa del sistema biomecánico de plataformas de tobillo (BAPS) y se completaron los círculos en el sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario a las agujas del reloj. Se adjunta en el anexo 3 una imagen de la configuración de los participantes.

Cain et al. (2017) midieron el equilibrio estático mediante una prueba de equilibrio estático a una extremidad y la prueba de levantamiento de pies en sus dos estudios. Tanto el grupo de intervención de la plataforma BAPS, como el grupo que combinaba el entrenamiento BAPS y bandas de resistencia (Cain et al., 2020), consiguieron un mayor tiempo en la prueba de equilibrio estático a una extremidad y una reducción en los levantamientos de pies y errores en la prueba de levantamiento de pies después de las intervenciones.

El grupo combinado fue el único en sobrepasar el mínimo cambio detectable (MCD), así que según Cain et al. (2020) la combinación de un protocolo con la plataforma BAPS y las bandas de resistencia puede considerarse como una intervención superior para las evaluaciones del equilibrio estático. Probablemente, estas mejoras de los déficits se debieron a un aumento del control postural, por el estrés de las extremidades inferiores mientras que se les pedía que mantuvieran el equilibrio en una superficie inestable y realizaran movimientos dinámicos de rotación en los grupos de rehabilitación (Cain et al., 2017). Lo más probable es que estas tensiones soportadas por los pacientes permitieran corregir su balanceo postural alterando su patrón de corrección y aumentando de manera más rápida y precisa la compensación del centro de gravedad. Este cambio redujo la presencia de una estrategia de cadera que se crea desplazando el cuerpo hacia atrás para que se concentre en una zona muscular más grande, habitual después de una lesión de tobillo. Estos cambios funcionales son muy importantes, permitiendo a los sujetos desarrollar más coordinación, mantener más tiempo el equilibrio y corregir cualquier balanceo postural más eficaz (Cain et al., 2017).

Sobre el equilibrio dinámico, Cain et al. (2017) consiguieron alcanzar mejor rendimiento en las tres direcciones del SEBT en comparación con el grupo control. En el estudio de Cain et al. (2020) tanto el grupo BAPS, como el grupo que combinaba BAPS con ejercicios de banda de resistencia también consiguieron más distancia, pero en la medida anterior no consiguieron alcanzar el MDC. El entrenamiento con la plataforma BAPS consistía en mantener el equilibrio en una superficie inestable mientras realizaban movimientos de rotación a ambos lados. Este aspecto dinámico aumentó la fuerza de los músculos del pie durante el programa lo que conduce a un aumento del control postural en la extremidad inferior, proporcionando una base más estable y una mejora de las correcciones posturales (Cain et al., 2017). Un entrenamiento de equilibrio inestable es beneficioso para el equilibrio en superficie estable, ya que los músculos de la cadena cinética inferiores están obligados a trabajar más, resultándole más fácil mantener el equilibrio en una superficie estable (Cain et al., 2017).

Según Cain et al. (2017) el entrenamiento progresivo de la plataforma BAPS hizo ganar estabilidad en los rangos finales del ROM, que eran los que probablemente más se estresaban durante la prueba de salto lateral, test que mide el rendimiento funcional, permitiendo mejorar el patrón de corrección del tobillo. Hallazgos similares volvieron a describir Cain et al. (2020) disminuyendo 3,29 segundos en el grupo de intervención con la plataforma BAPS en la misma prueba.

En el estudio de Cain et al. (2020) solo el entrenamiento de equilibrio con la plataforma BAPS demostró mejores puntuaciones después de la intervención de rehabilitación superando el MCD en el cuestionario CAIT, pero sin rebasarlo en ninguno de los grupos para FAAM-ADL, probablemente al ser una población adolescente físicamente activa y tener puntuaciones altas en el pretest.

Saltos y estabilización, equilibrio a una extremidad

Hall et al. (2018) obtuvieron como resultado un tamaño del efecto positivo fuerte para el protocolo de equilibrio (BTP) y tamaño del efecto positivo moderado para el protocolo de fuerza (STP). Hubo ejercicios del protocolo BTP que imitaron al componente de equilibrio de la prueba BESS donde midieron el equilibrio estático, lo que puede explicar un mayor tamaño del efecto para BTP que para STP.

Respecto al equilibrio dinámico, según Hall et al. (2018) el rendimiento del SEBT mejoró tras la intervención de los grupos BTP y STP respecto al grupo control obteniendo un tamaño del efecto mayor para BTP que para STP, donde los ejercicios de alcance del grupo BTP imitaron al SEBT, fueron ejercicios de similar ejecución al protocolo del test, lo que puede explicar su mayor tamaño del efecto para el BTP. Estos resultados coinciden con Anguish y Sandrey (2018) donde comparan dos grupos de intervención (1) saltos y estabilización y (2) equilibrio a una extremidad. Los dos grupos contienen ejercicios y protocolos similares que en el grupo de BTP del estudio de Hall et al. (2018). En los dos grupos se ven mejoras en las 3 direcciones del SEBT (anterior, posteromedial y posterolateral) aunque sin diferencias significativas entre los dos grupos, por lo que Anguish y Sandrey (2018) no afirman que un entrenamiento consigue más mejoras que el otro.

El control neuromuscular lo evaluaron Minoonejad et al. (2018) midiendo el EMG durante un aterrizaje en caída con un grupo de entrenamiento combinando ejercicios de equilibrio junto con saltos y estabilización 3 veces a la semana durante 6 semanas. Se observaron mejoras significativas en la activación muscular preparatoria, la activación muscular reactiva y tiempos más tempranos en el tiempo de inicio muscular en toda la extremidad inferior en el grupo experimental en relación con el grupo de control. Según Minoonejad et al. (2018) el salto repetido en la intervención aumentó la sensibilidad del huso muscular e inhibía el órgano tendinoso de Golgi, cambios donde mejorarían la elasticidad y la coordinación muscular para mantener el centro de masas en la base de sustentación en situaciones dinámicas o estáticas.

Según Ardakani et al. (2019) que evaluó la cinética y la cinemática de los miembros inferiores tras un entrenamiento de estabilización del salto, obtuvieron como resultado, en comparación con el grupo control, cambios cinemáticos de un aumento de la flexión de rodilla y cadera y una disminución del valgo de la rodilla, inversión de tobillo y flexión plantar. Sobre los cambios cinéticos ilustraron un tiempo más rápido para la fuerza de reacción del suelo y un tiempo más lento para la fuerza máxima después de los ejercicios de estabilización de salto.

Protocolos de fuerza

Para los protocolos de fuerza mediante bandas elásticas, los participantes deben sentarse en el suelo con 1 extremo de la banda envuelto alrededor de una mesa de tratamiento y el otro extremo envuelto alrededor de las cabezas metatarsales del pie involucrado. Se adjunta en el anexo 4 una imagen de la configuración de los participantes. Los ejercicios se realizaron en 3 direcciones: dorsiflexión, inversión y eversión. Se instruían a los participantes a mantener un ritmo constante de aproximadamente 3 a 5 segundos por repetición a lo largo de la ROM completa.

El ejercicio elevaciones de talón a una pierna consisten en apoyar el metatarso en un step y ejecutar flexiones plantares permitiendo la ROM completa. Se les permitió usar una pared para el equilibrio, pero no lo usaron para soportar su peso.

La técnica de la facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF) implica una contracción concéntrica del músculo antagonista seguida de una contracción concéntrica del músculo agonista contra la máxima resistencia manual en un patrón diagonal.

El grupo de intervención que entrenó fuerza (STP) en el estudio de Hall et al. (2018) no contenía ningún ejercicio de equilibrio, y aun así el equilibrio estático y dinámico mejoró. Hall et al. (2018) creen que el entrenamiento de PNF mejora el control neuromuscular asociado al equilibrio dinámico, aunque en otras investigaciones, el entrenamiento de PNF por sí solo no dio resultados, así que combinaron de fuerza PNF, las bandas de resistencia y las elevaciones de talón, donde sí encontraron mejoras en el equilibrio dinámico

mediante la prueba SEBT. La fuerza de flexión plantar se consiguió aumentar con las elevaciones de talón, proporcionando un mayor control en la sentadilla de una pierna que se realiza en SEBT.

Hall et al. (2018) evaluaron la fuerza del tobillo con el dinamómetro isocinético en los modos concéntrico y excéntrico en todas las direcciones del tobillo (inversión, eversión, flexión plantar y dorsiflexión). En los dos grupos de intervención, uno sobre entrenamiento de saltos y estabilización (BTP) y el otro grupo de entrenamiento de la fuerza (STP), encontraron mejoras con la inversión excéntrica y concéntrica y la flexión plantar excéntrica y concéntrica. Aunque en BTP no tuvo un componente de fuerza, la acción de salto y estabilización probablemente contribuyó a las ganancias de la fuerza excéntrica, esto hace que el entrenamiento BTP no solo sea eficaz para el equilibrio, sino también para el aumento de fuerza. Además, el grupo que entrenó fuerza fue el único en mejorar la eversión excéntrica llegando a ser el grupo con más posibilidades de controlar excéntricamente todo el estrés de la eversión de un esguince lateral. La dorsiflexión no se vio mejorada en ninguno de los grupos, se acercaron a una diferencia, pero con tamaños del efecto débiles, hallazgo contradictorio con investigaciones anteriores (Smith et al., 2012) donde el trabajo de PNF y bandas de resistencia aumentaron la fuerza de dorsiflexión. Según Hall et al. (2018) sugieren que el trabajo de bandas de resistencia, PNF y elevaciones de talón se podría utilizar para mejorar la fuerza de extremidades inferiores, incorporando ejercicios de fortalecimiento sobre la parte anterior de las extremidades inferiores.

Según Hall et al. (2015) el rendimiento funcional no mejoraba cuando el entrenamiento de fuerza con bandas de resistencia y FNP se realizaba por separado, pero que su combinación podría conseguir mejoras importantes. En su próximo estudio (Hall et al., 2018) donde combinaba ambos tipos de ejercicios, incluyendo elevaciones de talón, confirman dichas mejoras disminuyendo el tiempo que necesitan para completar la prueba del salto lateral. Los resultados que obtiene Cain et al. (2020) son contradictorios ya que el grupo que solo trabaja con bandas de resistencia sí consigue mejorar el equilibrio funcional tanto para la prueba de salto lateral, como para la prueba de salto figura de 8.

En los estudios que hubo grupos donde entrenaban la fuerza mediante bandas de resistencia (Kosic et al., 2017; Cain et al., 2020) demostraron mejores puntuaciones después de la intervención de rehabilitación en FAAM-ADL, FAAM-SPORT. En el estudio de Smith et al. (2017) donde hay un grupo que también entrena con bandas de resistencia en la cadera obtiene mejoras en FAAM-SPORT pero no en FAAM-ADL, pudiendo deberse al alto nivel de funcionalidad de la muestra, ya que eran participantes jóvenes y físicamente activos, por lo que en el pretest de FAAM-ADL fue alto, cosa que no paso en el pretest de FAAM-SPORT.

Sobre el fortalecimiento de la cadera, según Smith et al. (2017) un rendimiento subóptimo de la musculatura de la cadera, en concreto glúteo medio y rotadores externos, puede afectar negativamente al control postural y a la calidad de movimiento empeorando el equilibrio estático. Este protocolo de la cadera con bandas de resistencia enfocado a ejercicios de abducción y rotación externa de cadera redujo significativamente los errores en la prueba BESS por el aumento de la fuerza, esto garantiza mayor estabilidad muscular y articular en la cadera que mejora el rendimiento reduciendo la tensión mecánica en las estructuras musculotendinosas donde puede existir una estrategia de tobillo insuficiente (Smith et al., 2017).

En los estudios de Kosik et al. (2017) y Smith et al. (2017), buscaban mejoras de los déficits que tenían los pacientes con CAI mediante el fortalecimiento de la musculatura de la cadera y examinar los efectos del entrenamiento. Según Smith et al. (2017) obtuvieron claros resultados con los ejercicios de fortalecimiento de cadera en abducción y rotación externa mediante bandas de resistencia, mejorando las tres direcciones del SEBT por el aumento de la estabilidad muscular y articular que fortaleció la poca adaptación del tobillo reduciendo tensión mecánica en las estructuras musculotendinosas. Añadiendo una estocada rotacional y sentadilla rotacional a un programa de tobillo, no parece tener ningún efecto en comparación al programa de tobillo sin la estocada y sentadilla rotacional obteniendo las mismas mejoras (Kosik et al., 2017).

La fuerza de caderas fue evaluada por Smith et al. (2017) donde hubo una interacción significativa tanto para la abducción de cadera como para la rotación externa de cadera en el grupo de intervención mediante un protocolo de fortalecimiento de caderas con bandas de resistencia coincidiendo con estudios anteriores (Willy et al., 2011). Aun habiendo ganado un considerable aumento de fuerza en la abducción y rotación externa de cadera, Smith et al. (2017) especulan que un con un protocolo más largo hubieran recibido mayores ganancias de fuerza.

Después del protocolo de fortalecimiento de la cadera aumentó la función autoinformada del cuestionario FAAM en la subescala deportiva (FAAM-SPORT) , mientras que la subescala de las actividades de la vida diaria (FAAM-ADL) no lo hizo. Especulan que puede ser por el alto funcionamiento de la muestra, ya que eran jóvenes y activos dando un buen resultado en el pretest en FAAM-ADL, y no tanto para el pretest de FAAM-Sport

Crossfit y Tai Chi

Según Díaz et al. (2019) los participantes incluidos en el grupo de Tai Chi mejoraron significativamente en todas las direcciones del SEBT, respecto al grupo control donde no hubo ninguna mejora. La posición en semicuclillas, la estabilización lumbopélvica, las transiciones de movimiento lateral y la reeducación del apoyo de los pies promueven una buena redistribución del centro de masas entre ambas piernas en todas las direcciones (Díaz et al., 2019). Estos resultados son apoyados por la literatura donde practicantes habituales de Tai Chi informan de aumentos de fuerza en las extremidades inferiores, sobre todo del tibial anterior, inducen a una mayor estabilidad postural (Zohu et al., 2016). Díaz et al. (2019) concluyen que el Tai chi podría ser un entrenamiento terapéutico y seguro para el manejo en pacientes con CAI.

Otro estudio de Díaz et al., (2020) analizaron la influencia de incluir unos ejercicios de automovilización del tobillo a un protocolo Crossfit y compararon con otro grupo donde realizaron solo el protocolo crossfit. Encontraron que la automovilización del tobillo más la intervención crossfit fue superior a la intervención de entrenamiento solo CrossFit en relación con el ROM de la dorsiflexión (DFROM) del tobillo, así como las distancias posterolaterales y posteromediales del SEBT, pero no para la distancia de alcance anterior donde las mejoras fueron igual para ambos grupos. Según Kosik et al. (2017) vinculan los aumentos de las medidas SEBT a la influencia de las movilizaciones y el aumento de la fuerza mejorando el control postural dinámico en los dos grupos de intervención. Algunos de los ejercicios que se utilizan en la intervención, como saltos al cajón, zancadas con barra y sentadillas pueden asociarse con un aumento de la confianza en sí mismo, mejorando la sensación subjetiva de la estabilidad en pacientes con CAI, estos resultados sugieren que estas intervenciones se pueden considerar excelentes tratamientos para pacientes con sensación de inestabilidad en el tobillo (Díaz et al., 2020).

Tanto las intervenciones de Tai-Chi (Díaz et al., 2019) como la de Crossfit (Díaz et al., 2020) junto con automovilización o Crossfit solo, con una duración de 12 semanas cada una, obtuvieron una mejora significativa respecto a los grupos control en el cuestionario CAIT superando el mínimo cambio detectable. Después de las intervenciones, los pacientes consiguieron una mayor estabilidad postural evaluada por el SEBT y una mejor sensación subjetiva de la estabilidad evaluada por el CAIT. Estos autores recomiendan incluir ejercicios de Tai-Chi o de Crossfit como opción para tratar la inestabilidad subjetiva del tobillo, ya que estos ejercicios pueden dar confianza en sí mismos y pueden dar una mayor sensación de estabilidad en sus tobillos.

Propuesta de intervención

Introducción

Con los resultados y conclusiones extraídas de la revisión bibliográfica, a continuación, se desarrolla una propuesta de intervención. Tratará de una planificación de ejercicio físico con el objetivo de prevenir lesiones en los tobillos en atletas recreacionales que quieren mejorar su salud y sientan inestabilidad en al menos uno de sus tobillos.

La planificación constará de 3 sesiones semanales durante 4 semanas, realizando un total de 12 sesiones. Con estas sesiones, tienen un volumen lo suficientemente alto para progresar en los ejercicios y conseguir los objetivos. La duración de las sesiones será aproximadamente de uno 30 min, un tiempo suficiente en el que se puede cumplir los ejercicios propuestos por sesión. El lugar de realización debe ser un espacio polivalente como un gimnasio o clínica que contengan los materiales necesarios para la intervención: bosu, step, balones medicinales de varios kilajes y bandas elásticas con distintos grados de dificultad.

Las sesiones se realizan antes de los propios entrenamientos que ejecutarán por su cuenta, así se evitará la fatiga en cualquier ejercicio propuesto. Deberán ser supervisadas por al menos un profesional graduado en las ciencias del deporte y de la actividad física.

La intervención tendrá un enfoque multimodal, trabajando distintas formas de entrenamiento, como el equilibrio dinámico, estático, fuerza o saltos y estabilización. La intervención al estar orientado a deportistas polivalentes que practican actividad física variada, el conjunto de estos entrenamientos le proporcionará más estabilidad en su tobillo en entornos muy variables y diversos, por si necesita más equilibrio y estabilidad a la hora de realizar una sentallida trasera en una sala de musculación o si necesita estabilizarse en un salto para rematar en un partido de tenis.

Los objetivos de la intervención son los siguientes:

- Aumentar el equilibrio dinámico
- Aumentar el equilibrio funcional
- Reducir la sensación de inestabilidad

Cumpliendo los objetivos anteriores, se ha demostrado mejoras del control postural y que se relaciona con la corrección de las fuerzas del tobillo (McKeon et al., 2008; Cain et al., 2017). Esto aumenta el control neuromuscular, lo que podría conseguir una mayor contracción en los músculos del tobillo y así evitar posibles hiperextensiones que provoquen lesiones de tobillo para esta población.

Intervención

BANDAS DE RESISTENCIA

Para la intervención se utilizarán dos tipos de entrenamiento que se combinarán en una misma sesión. La primera parte de la sesión se ejecutará el protocolo de fuerza mediante bandas de resistencia Theraband (Cain et al., 2020). Se ejecutará en 4 direcciones de movimiento del tobillo (flexión plantar, dorsiflexión, inversión, eversión) para realizar 34 conjuntos de 10 repeticiones. Los participantes se deben sentar en el suelo con la rodilla extendida para realizar el movimiento en la articulación del tobillo sin permitir el movimiento extraño en otras articulaciones (es decir, cadera y rodilla). Se debe colocar un refuerzo debajo del talón para levantar el pie del suelo. La banda de resistencia se debe acoplar firmemente a la base de una mesa. La resistencia de entrenamiento se determina utilizando los métodos de Kaminski et al. (2003) calculando el 70% de la longitud de reposo de la banda de resistencia y añadiendo esta distancia a la longitud de reposo de la banda de resistencia. Esta distancia se mantiene independientemente del color (resistencia) de la banda. Cada semana, el paciente debe progresar al siguiente nivel de color de banda de resistencia (de azul claro a azul oscuro y después a púrpura). Para el conjunto y el recuento de repetición, los pacientes podrían ir a su propio ritmo, pero se les debe instruir que se muevan a través de toda su gama de movimiento para la dirección de cada ejercicio.

SALTOS Y ESTABILIZACIÓN

La segunda parte de las sesiones es un protocolo de saltos y estabilizaciones para desafiar la capacidad de un individuo y mantener la postura de una sola extremidad mientras se realiza varios ejercicios de equilibrio. Los participantes deben realizar estas actividades dinámicas para desafiar la recuperación eficiente del equilibrio de un solo miembro después de una perturbación y desarrollar eficazmente estrategias espontáneas para ejecutar objetivos de movimiento. Los ejercicios fueron (1) actividades progresivas de postura de una sola extremidad con los ojos abiertos y cerrados, (2) salto a la estabilización y (3) salto inesperado a la estabilización. Los participantes avanzan al siguiente nivel de la prueba después de completar el nivel anterior sin errores. Los errores consisten en tocar hacia abajo con la extremidad opuesta, movimiento excesivo del tronco ($>30^\circ$ flexión lateral), quitar las manos de la cintura durante las actividades que requerían mantener las manos en dicha zona, apoyar la extremidad que no es de apoyo contra la extremidad de apoyo, o perder el objetivo (McKeon et al., 2008). Las progresiones de los dos tipos de entrenamiento se presentan en la Tabla 1.

(1) Actividades progresivas de postura de una sola extremidad con los ojos abiertos y cerrados

Los participantes realizan tres repeticiones de actividades de postura con una sola extremidad. Cada actividad (ojos abiertos y ojos cerrados) tiene ocho niveles de dificultad.

Postura con una sola extremidad ojos abiertos

1. Brazos sobre el pecho en el suelo duro durante 60 s.
2. Brazos sobre el pecho en el suelo duro durante 60 s; 10 lanzamientos con un balón medicinal de 2 kg en suelo duro.
3. Brazos cruzados sobre el pecho durante 30 s en un bosu.
4. Brazos cruzados sobre el pecho durante 60 s en un bosu.
5. Brazos cruzados sobre el pecho durante 60 s en un bosu; 10 lanzamientos con un balón medicinal de 4 kg en suelo duro.
6. 30 s con los brazos cruzados sobre el pecho en un bosu; 20 lanzamientos con un balón medicinal de 4 kg.
7. 60 s con los brazos cruzados sobre el pecho en un bosu; 20 lanzamientos con un balón medicinal de 6 kg.
8. 60 s con los brazos cruzados sobre el pecho en un bosu; 20 lanzamientos con un balón medicinal de 8 kg.

Postura con una sola extremidad ojos cerrados

1. Brazos extendidos durante 30 s sobre el suelo duro.
2. Brazos cruzados durante 30 s sobre el suelo duro.
3. Brazos cruzados durante 60 s sobre el suelo duro.
4. Brazos extendidos durante 30 s en un bosu.
5. Brazos cruzados sobre el pecho durante 30 s en un bosu.
6. Brazos cruzados sobre el pecho con movimiento del pie libre durante 30 s en un bosu.
7. Brazos cruzados sobre el pecho con movimiento del pie libre durante 60 s en un bosu.
8. Brazos cruzados sobre el pecho con movimientos horizontales y verticales de cabeza durante 60 s en un bosu.

Los errores se determinan de la siguiente manera:

- a. Los sujetos tocan el suelo con la extremidad opuesta.
- b. Movimiento excesivo del tronco ($>30^\circ$ de flexión lateral).
- c. Retirada de los brazos del pecho durante las actividades especificadas.
- d. Apoyar la extremidad que no es de apoyo contra la extremidad de apoyo.

(2) Saltos de una sola extremidad a la estabilización

El sujeto debe realizar 10 saltos en cada dirección con cada extremidad. Cada repetición consiste en un salto con las manos en la cintura desde la posición inicial hasta la posición objetivo y regresar a la posición inicial, después de estabilizar el equilibrio en una postura de una sola extremidad, los participantes saltan en la dirección exactamente opuesta hasta la posición inicial y se estabilizan en la postura de una sola extremidad (Figura 1).

Los participantes tienen que realizar las cuatro direcciones de salto:

- 1) anterior/posterior.
- 2) medial/lateral.
- 3) anterolateral/posteromedial.
- 4) anteromedial/posterolateral.

Niveles de salto y estabilización:

- Nivel 1:** 45 cm.
- Nivel 2:** 70 cm.
- Nivel 3:** 70 cm con bosu.
- Nivel 4:** 90 cm.
- Nivel 5:** 90 cm con bosu.

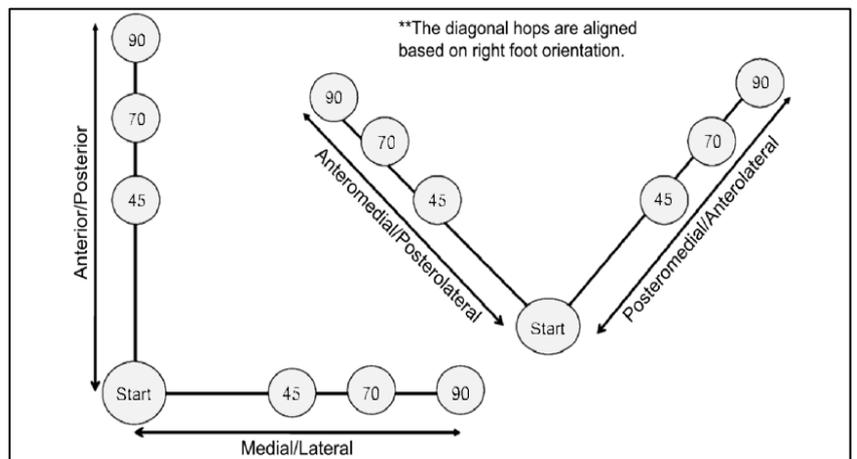


Figura 1: Direcciones y distancias (en cm) para el salto en las actividades de estabilización (McKeon et al., 2008).

Los errores se determinan de la siguiente manera:

- a. Tocar con la extremidad opuesta el suelo.
- b. Movimiento excesivo del tronco (>30- flexión lateral).
- c. Retirada de los brazos de la cintura.
- d. Apoyar la extremidad que no es de apoyo contra la extremidad de apoyo.
- e. Fallar el objetivo.

(3) Salto inesperado a la estabilización

Los participantes se deben encontrar en medio de una cuadrícula de nueve marcadores (Figura 2). Se muestra una secuencia de números en la pantalla de un ordenador delante de los participantes. Cada número corresponde a una posición de destino a la que deben saltar. A medida que la progresión de los números cambia, los participantes saltan a la nueva posición objetivo. A los participantes se les permite utilizar cualquier combinación de saltos (AP, ML, AM/PL o AL/PM) que desean para lograr el objetivo sin errores. A medida que un participante consigue la meta, la cantidad de tiempo por movimiento se reduce. En cada sesión, los participantes realizan tres secuencias de números.

Niveles de salto imprevisto a la estabilización:

- **Nivel 1:** 5 s por movimiento.
- **Nivel 2:** 3 s por movimiento.
- **Nivel 3:** 1 s por movimiento.
- **Nivel 4:** Si el sujeto puede progresar hasta completar todos los movimientos en 1 s sin error, se colocará un bosu en uno de los números durante la secuencia. El participante continuará la progresión al mismo nivel de intensidad. Si no puede completar el recorrido sin errores, la limitación de tiempo se reducirá al nivel inferior.
- **Nivel 5:** Si el sujeto puede progresar hasta completar todos los movimientos del nivel 3 con bosu sin errores, se añadirá un step a un número adicional.
- **Nivel 6:** Si el sujeto progresa sin errores, se añadirá otro bosu adicional a uno de los números, lo que dará lugar a dos bosus y un step.
- **Nivel 7:** Si un sujeto progresa sin errores, se incluirá un step adicional, lo que dará como resultado dos bosus y dos step.

Los errores se determinan como en los ejercicios de saltos de una sola extremidad a la estabilización.

Cada secuencia de números debe ser aleatoria, por ejemplo: 9, 7, 1, 6, 4, 5, 3, 8, 2.

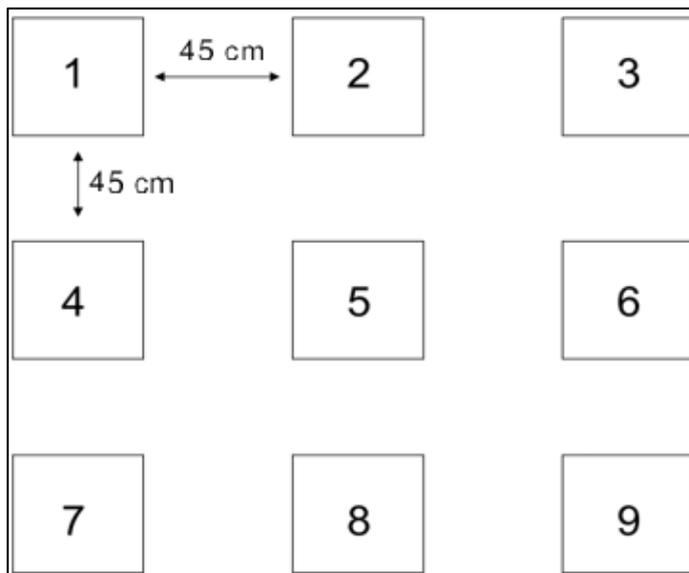


Figura 2: Cuadrícula de nueve marcadores para el salto inesperado a la estabilización (McKeon et al., 2008).

Tabla 1. Progresiones de las actividades según las semanas de la intervención

Semana	Banda de resistencia	Series x Repeticiones	Estabilización a una extremidad	Salto y estabilización	Salto inesperado a la estabilización
1	Azul claro (fuerte)	4x10	Nivel 1 y 2	Nivel 1 y 2	Nivel 1 y 2
2	Azul oscuro (super fuerte)	3x10	Nivel 3 y 4	Nivel 2 y 3	Nivel 3 y 4
3	Azul oscuro (super fuerte)	4x10	Nivel 5 y 6	Nivel 3 y 4	Nivel 5 y 6
4	Púrpura (Ultra fuerte)	3x10	Nivel 7 y 8	Nivel 4 y 5	Nivel 7 y 8

Medición y evaluación

Se realizará una evaluación antes de empezar y otra evaluación al acabar para ver las mejoras. La evaluación constará de 3 test, evaluarán el equilibrio dinámico, el equilibrio funcional y la sensación de inestabilidad.

PRUEBA DE EQUILIBRIO DE ESTRELLA

Los participantes se colocan descalzos con el dedo gordo del pie en el centro de la cuadrícula del SEBT. Mientras están de pie sobre la extremidad implicada, deben alcanzar la mayor distancia posible con la extremidad no implicada a lo largo de la dirección. Manteniendo las manos en la cintura, los participantes deben tocar ligeramente la línea con la porción más distal del pie de alcance y volver a una postura bilateral. La distancia se mide desde el centro de la cuadrícula hasta el punto de alcance más lejano. Un ensayo fallido se define como un ensayo en el que los participantes levantaban las manos de la cintura, se mueven o levantan el pie de apoyo, levantan el talón, transfieren el peso al pie de alcance si tocan la cinta métrica, no tocan la cinta, no devuelven el pie de alcance a la posición inicial, pierden el equilibrio o son incapaces de mantener una postura unilateral durante el ensayo. Los ensayos fallidos se descartan y se da otra oportunidad para la ejecución del test. (Gribble et al., 2003).

SALTO LATERAL

La prueba de salto lateral se realiza saltando lateralmente sobre una extremidad a una distancia de 30 cm. Una repetición es la capacidad de saltar lateralmente y volver a la posición inicial. Se indica a los participantes que completen 10 repeticiones tan rápido como puedan. Una repetición se considera inaceptable si el pie contralateral toca el suelo o no supera la distancia de 30 cm. Se realizan de uno a tres ensayos de práctica, seguidos de tres ensayos de prueba. (Caffrey et al., 2009).

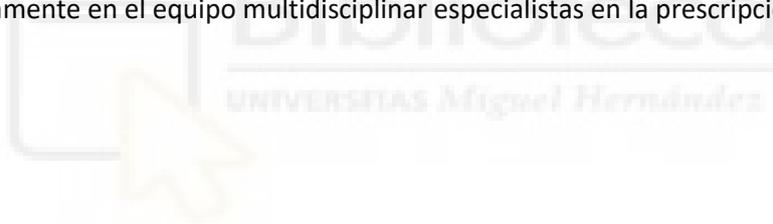
HERRAMIENTA DE INESTABILIDAD DEL TOBILLO DE CUMBERLAND

Consta de 9 elementos que juntos están clasificados en una escala de 30 puntos. Una puntuación de respuesta más alta indica un mejor nivel de función general. El CAIT es un cuestionario válido y fiable que se puede utilizar para medir la gravedad de las dificultades funcionales en adultos con CAI. (Hiller et al., 2006). En el anexo 5 se adjunta la versión española del CAIT.

Conclusión

Como conclusión, hay que destacar la idea principal de este trabajo, revisar la evidencia científica sobre la eficacia de las intervenciones basadas del ejercicio físico en el equilibrio, fuerza y rendimiento funcional en pacientes con CAI con el objetivo de reducir el riesgo de lesión en el tobillo. En los 10 artículos incluidos se han encontrado resultados positivos con tipos de entrenamiento solos o combinados. No obstante, no se pueden extraer conclusiones exactas acerca de la tipología de intervención más eficaz.

La reeducación del patrón del tobillo debe ser promovida mediante estos tipos de ejercicios ya que sus beneficios están altamente comprobados para personas con CAI. Es recomendable que se aborde desde el inicio un tratamiento a través de los fisioterapeutas o podólogos para saber el grado de dolor del paciente y que se incluya precisamente en el equipo multidisciplinar especialistas en la prescripción de ejercicio físico.



Bibliografía

- Anguish, B., & Sandrey, M. A. (2018). Two 4-week balance-training programs for chronic ankle instability. *Journal of athletic training, 53*(7), 662-671.
- Ardakani, M. K., Wikstrom, E. A., Minoonejad, H., Rajabi, R., & Sharifnezhad, A. (2019). Hop-Stabilization Training and Landing Biomechanics in Athletes With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of athletic training, 54*(12), 1296-1303.
- Arnold, B. L., Wright, C. J., & Ross, S. E. (2011). Functional ankle instability and health-related quality of life. *Journal of Athletic training, 46* (6): 634-641.
- Bridgman, S. A., Clement, D., Downing, A., Walley, G., Phair, I., & Maffulli, N. (2003). Population based epidemiology of ankle sprains attending accident and emergency units in the West Midlands of England, and a survey of UK practice for severe ankle sprains. *Emergency Medicine Journal, 20*(6), 508-510.
- Cain, M. S., Ban, R. J., Chen, Y. P., Geil, M. D., Goerger, B. M., & Linens, S. W. (2020). Four-Week Ankle-Rehabilitation Programs in Adolescent Athletes With Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training, 55*(8), 801-810.
- Cain, M. S., Garceau, S. W., & Linens, S. W. (2017). Effects of a 4-week biomechanical ankle platform system protocol on balance in high school athletes with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation, 26*(1), 1-7.
- Cruz-Díaz, D., Hita-Contreras, F., Martínez-Amat, A., Aibar-Almazán, A., & Kim, K. M. (2020). Ankle-Joint Self-Mobilization and CrossFit Training in Patients With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of athletic training, 55*(2), 159-168.
- Cruz-Díaz, D., Kim, K. M., Hita-Contreras, F., Bergamin, M., Aibar-Almazán, A., & Martínez-Amat, A. (2019). Effects of 12 weeks of Tai Chi intervention in patients with chronic ankle instability: A randomized controlled trial. *Journal of sport rehabilitation, 29*(3), 326-331.

- Cruz-Díaz, D., Hita-Contreras, F., Lomas-Vega, R., Osuna-Pérez, M. C., & Martínez-Amat, A. (2013). Cross-cultural adaptation and validation of the Spanish version of the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT): an instrument to assess unilateral chronic ankle instability. *Clinical rheumatology*, 32(1), 91-98.
- Docherty, C. L., Moore, J. H., & Arnold, B. L. (1998). Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. *Journal of athletic training*, 33(4), 310.
- Eils, E., & Rosenbaum, D. (2001). A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(12), 1991-1998.
- Emery, C. A., & Meeuwisse, W. H. (2010). The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*, 44(8), 555-562.
- Fong, D. T. P., Hong, Y., Chan, L. K., Yung, P. S. H., & Chan, K. M. (2007). A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports medicine*, 37(1), 73-94.
- Golditz, T., Steib, S., Pfeifer, K., Uder, M., Gelse, K., Janka, R., ... & Welsch, G. H. (2014). Functional ankle instability as a risk factor for osteoarthritis: using T2-mapping to analyze early cartilage degeneration in the ankle joint of young athletes. *Osteoarthritis and cartilage*, 22(10), 1377-1385.
- Gribble, P. A., Delahunt, E., Bleakley, C., Caulfield, B., Docherty, C., Fourchet, F., ... & Wikstrom, E. (2013). Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 43(8), 585-591.
- Hall, E. A., Chomistek, A. K., Kingma, J. J., & Docherty, C. L. (2018). Balance-and strength-training protocols to improve chronic ankle instability deficits, part I: assessing clinical outcome measures. *Journal of athletic training*, 53(6), 568-577.
- Hall, E. A., Docherty, C. L., Simon, J., Kingma, J. J., & Klossner, J. C. (2015). Strength-training protocols to improve deficits in participants with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Journal of athletic training*, 50(1), 36-44.

- Hiller, C. E., Kilbreath, S. L., & Refshauge, K. M. (2011). Chronic ankle instability: evolution of the model. *Journal of athletic training*, 46(2), 133-141.
- Kaminski, T. W., Buckley, B. D., Powers, M. E., Hubbard, T. J., & Ortiz, C. (2003). Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *British journal of sports medicine*, 37(5), 410-415.
- Kosik, K., Treada, M., McCann, R., Boland, S., & Gribble, P. A. (2017). Comparison of two rehabilitation protocols on patient-and disease-oriented outcomes in individuals with chronic ankle instability. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 22(3), 57-65.
- McKeon, P. O., Ingersoll, C. D., Kerrigan, D. C., Saliba, E., Bennett, B. C., & Hertel, J. (2008). Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine & science in sports & exercise*, 40(10), 1810-1819.
- Minoonejad, H., Ardakani, M. K., Rajabi, R., Wikstrom, E. A., & Sharifnezhad, A. (2019). Hop stabilization training improves neuromuscular control in college basketball players with chronic ankle instability: a randomized controlled trial. *Journal of sport rehabilitation*, 28(6), 576-583.
- Osborne, M. D., & Rizzo, T. D. (2003). Prevention and treatment of ankle sprain in athletes. *Sports Medicine*, 33(15), 1145-1150.
- Rosen, A. B., Needle, A. R., & Ko, J. (2019). Ability of functional performance tests to identify individuals with chronic ankle instability: a systematic review with meta-analysis. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 29(6), 509-522.
- Smith, B. I., Curtis, D., & Docherty, C. L. (2018). Effects of hip strengthening on neuromuscular control, hip strength, and self-reported functional deficits in individuals with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation*, 27(4), 364-370.
- Smith, B. I., Docherty, C. L., Simon, J., Klossner, J., & Schrader, J. (2012). Ankle strength and force sense after a progressive, 6-week strength-training program in people with functional ankle instability. *Journal of athletic training*, 47(3), 282-288.

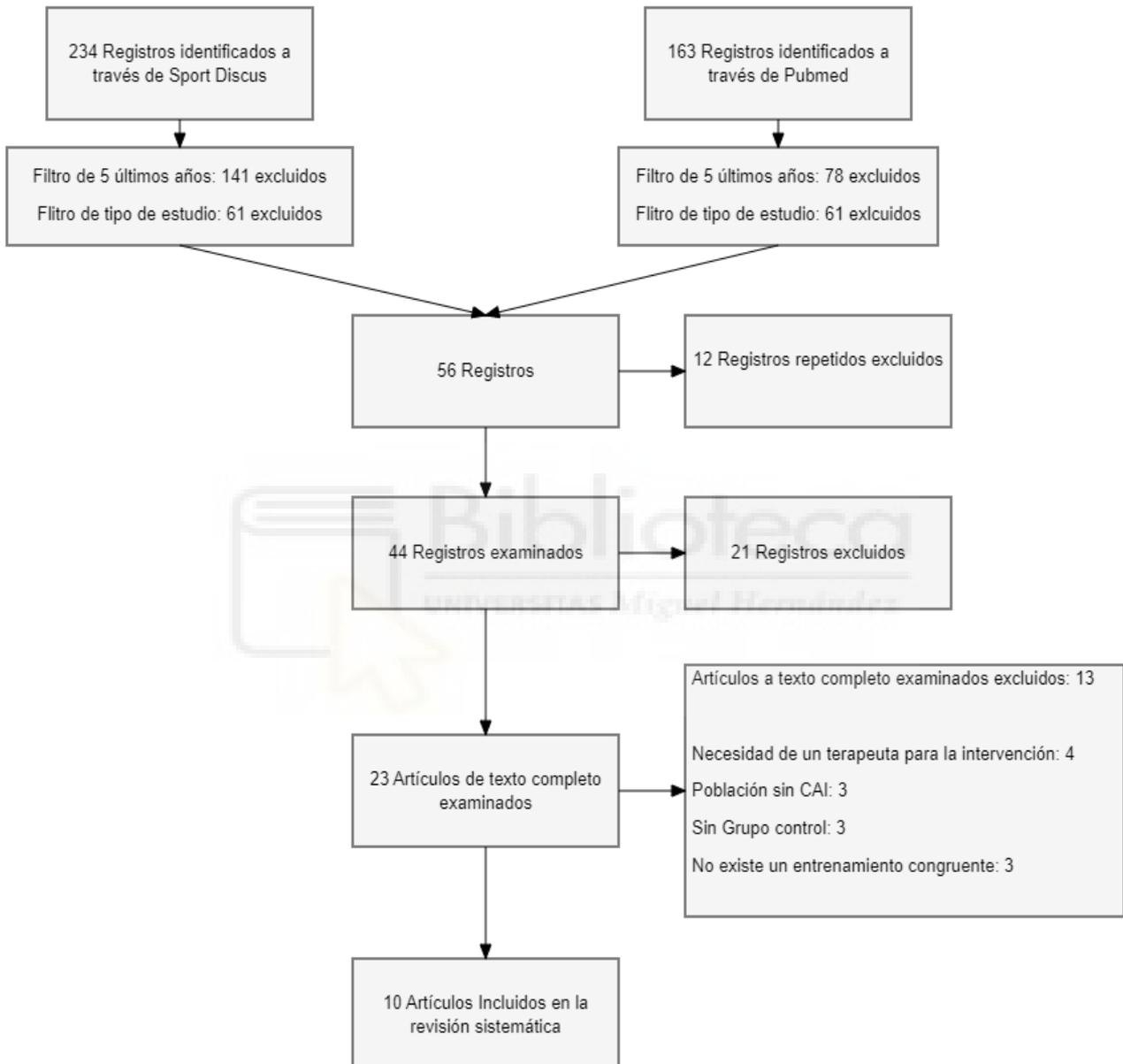
- Urrutia, G., & Bonfill, X. (2010). PRISMA declaration: a proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Medicina clínica*, 135(11), 507-511.
- Willy, R. W., & Davis, I. S. (2011). The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 41(9), 625-632.
- Zhou, M., Peng, N., Dai, Q., Li, H. W., Shi, R. G., & Huang, W. (2016). Effect of tai chi on muscle strength of the lower extremities in the elderly. *Chinese journal of integrative medicine*, 22(11), 861-866.



ANEXOS

ANEXO 1

Diagrama de flujo



ANEXO 2

Resumen de los estudios

Autor y año	Propósito	N	Medidas	Intervención	Duración	Resultados
Cain et al., 2017	Determinar la eficacia de un protocolo de tabla de sistema biomecánico de tobillo (BAPS) en el equilibrio de los atletas	22	Prueba de tiempo en equilibrio a una extremidad; prueba de elevación de pies; SEBT y ST	Protocolo con plataforma BAPS	3 sesiones a la semana durante 4 semanas	El grupo de intervención mejoró el rendimiento en todas las pruebas, mientras que el grupo CON no lo hizo
Kosik et al., 2017	Comparar la eficacia de dos programas con o sin ejercicios articulares proximales (estocada rotacional y sentadilla rotacional unilateral).	23	SEBT y FAAM	Grupo tobillo: fuerza con Theraband, equilibrio dinámico con tablero tambaleante y equilibrio estático. Grupo tobillo/cadera: igual que el grupo tobillo añadiendo la estocada rotacional y sentadilla rotacional unilateral	2 sesiones a la semana durante 4 semanas	Un programa de rehabilitación mejora la función autoinformada y el equilibrio dinámico independientemente si incluyen estocadas rotacionales o sentadillas rotacionales unilaterales
Smith et al., 2017	Examinar los efectos del fortalecimiento de la cadera sobre control neuromuscular, déficits funcionales autoinformes y fuerza en sujetos con CAI	26	SEBT; BESS; FAAM y fuerza de abducción y rotación externa de cadera	Entrenamiento de fuerza con Theraband	3 sesiones a la semana durante 4 semanas	Un protocolo de fortalecimiento de cadera de 4 semanas mejoró el equilibrio estático y dinámico, la fuerza de la cadera y la función autoinformada
Anguish y Sandrey, 2018	Investigar los efectos de un programa de equilibrio progresivo de salto a estabilización (PHSB) comparado con un programa de equilibrio tradicional de una sola extremidad (SLB)	18	SEBT; FAAM; JPS	PHSB: salto y estabilización a una extremidad SLB: equilibrio a una extremidad	3 sesiones a la semana durante 4 semanas	Tanto el SLB como PHSB mejoraron de preprueba a postprueba. Por lo tanto, actualmente se desconoce que intervención tiene el mayor efecto en la mejora del control postural y en la función

Hall et al., 2018	Determinar si los protocolos de entrenamiento de equilibrio(BTP) y fuerza(STP) mejoran el equilibrio, la fuerza y los déficits de rendimiento funcional asociados con CAI	39	Fuerza isocinética excéntrica y concéntrica en cada dirección del tobillo (inversión, eversión, flexión plantar y dorsiflexión); BESS; SEBT y ST	GC: 20 min de bicicleta suave a moderadamente extenuante BTP: Salto y estabilización a una extremidad; equilibrio a una extremidad STP: Banda de resistencia; fuerza de facilitación neuromuscular propioceptiva y subidas de talón	3 sesiones a la semana durante 6 semanas	Ambos protocolos de entrenamiento mejoraron la resistencia, el equilibrio y el rendimiento funcional mientras que el grupo de control no mejoró en ninguna variable dependiente
Minoonejad et al., 2018	Investigar el efecto del entrenamiento de estabilización del salto en el control neuromuscular y la función autoinformada	28	Activación muscular (EMG) preparatoria y reactiva durante un aterrizaje en caída; FAAM y CAIT	Combinación de ejercicios de salto y estabilización	3 sesiones a la semana durante 6 semanas	Se observaron mejoras significativas en la activación muscular preparatoria, reactiva y en la función autoinformada en el grupo experimental respecto al GC
Díaz et al., 2019	Determinar la eficacia de esta intervención en la mejora del equilibrio dinámico y la sensación subjetiva de inestabilidad	52	SEBT y CAIT	Movimientos específicos de Tai Chi del estilo Yang	2 sesiones a la semana durante 12 semanas	Mejora significativa en el SEBT y CAIT del Grupo experimental y ningún cambio en el GC
Ardakani et al., 2019	Determinar los efectos de un programa de entrenamiento de estabilización de salto de 6 semanas en la biomecánica de salto-aterrizaje de las extremidades inferiores	28	Cinética y la cinemática durante un aterrizaje con salto	Combinación de ejercicios de salto y estabilización	3 sesiones a la semana durante 6 semanas	Mejor función autoinformada; ángulos de flexión de cadera y rodilla de plano sagital más grandes, y una mayor dorsiflexión del tobillo en relación con el grupo de control

Cain et al., 2020	Comparar los efectos de las intervenciones monomodal y multimodal en adolescentes con CAI en medidas clínicas de equilibrio y función autoinformada	43	Prueba de tiempo en equilibrio a una extremidad; prueba de elevación de pies; SEBT; ST; salto figura-8; FAAM y CAIT	Grupo con banda de resistencia. Grupo con plataforma BAPS Grupo combinado que realizaba los dos entrenamientos	3 sesiones a la semana durante 4 semanas	Las 3 intervenciones de rehabilitación utilizadas en el estudio mejoraron el equilibrio y la función respecto al grupo control.
Díaz et al., 2020	Determinar y comparar la influencia de añadir automovilización en el tobillo junto CrossFit; solo CrossFit o ninguna intervención	70	DFROM; CAIT; SEBT	Grupo de automovilización junto con CrossFit Grupo de CrossFit	2 sesiones a la semana durante 12 semanas	La automotivación de las articulaciones del tobillo y la formación CrossFit fueron eficaces para mejorar el DFROM del tobillo, el control postural dinámico y la inestabilidad autoinformada

GC (Grupo control); SEBT (Prueba de equilibrio de estrella); ST (Salto lateral); (BAPS) Sistema biomecánico de plataformas de tobillo; FAAM (Medición de la capacidad del pie y del tobillo); JPS (percepción de la posición articular mediante el método de bloque de superficie inclinada); BESS (Sistema de Puntuación de Errores de Equilibrio); CAIT(Herramienta de inestabilidad del tobillo de Cumberland); DFROM(El rango de movimiento tobillo-dorsiflexión)

ANEXO 3

Configuración del participante en la placa del sistema biomecánico de plataformas de tobillo (BAPS)



(Cain et al., 2020)

ANEXO 4

Configuración del participante en el protocolo de fuerza con bandas elásticas



(Cain et al., 2020)

ANEXO 5

Versión española de la herramienta de inestabilidad del tobillo de Cumberland (CAIT) (Díaz et al., 2013)

Por favor, marque en cada pregunta la ÚNICA afirmación que describa mejor sus tobillos

	IZQUIERDO	DERECHO	Puntuación
1. Tengo dolor en el tobillo: Nunca. Durante/cuando hago deporte. Corriendo en superficies irregulares. Corriendo en superficies niveladas. Caminando/andando en superficies irregulares. Caminando/andando en superficies niveladas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	5 4 3 2 1 0
2. Siento el tobillo inestable: Nunca. Algunas veces durante la práctica del deporte (no siempre). Frecuentemente durante la práctica del deporte (siempre). Algunas veces durante la actividad diaria. Frecuentemente durante la actividad diaria	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	4 3 2 1 0
3. Cuando hago giros bruscos, el tobillo se siente INESTABLE: Nunca. Algunas veces cuando corro. A menudo cuando corro. Cuando camino/ando.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3 2 1 0
4. Cuando bajo las escaleras, el tobillo se siente INESTABLE: Nunca. Si voy rápido. Ocasionalmente. Siempre	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3 2 1 0
5. Siento el tobillo inestable cuando me apoyo sobre una pierna: Nunca. Sobre el pulpejo del pie. Con el pie plano (completamente apoyado)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2 1 0
6. El tobillo se siente INESTABLE cuando: Nunca. Doy saltos pequeños de un lado al otro. Doy saltos pequeños sobre un mismo punto Cuando salto	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3 2 1 0
7. El tobillo se siente INESTABLE cuando: Nunca. Cuando corro sobre superficies irregulares. Cuando corro suave/troto sobre superficies irregulares. Cuando camino sobre superficies irregulares. Cuando camino sobre una superficie plana.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	4 3 2 1 0
8. TÍPICAMENTE, cuando se me empieza a torcer el tobillo, puedo pararlo: Inmediatamente. A menudo. Algunas veces. Nunca Nunca me he doblado el tobillo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3 2 1 0 3
9. Después del TÍPICO incidente de doblarme el tobillo, el tobillo ¿este vuelve a la "normalidad": Casi inmediatamente. En menos de un día. 1-2 días Más de 2 días. Nunca me he doblado el tobillo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3 2 1 0 3

NOTA. La escala de puntuación está en la derecha. El sistema de puntuación no está visible en la versión del participante