



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO EN LA ACTIVACIÓN
NEUROMUSCULAR DE TOBILLO EN SUJETOS FÍSICAMENTE
ACTIVOS CON INESTABILIDAD CRÓNICA: UNA REVISIÓN DE
LA LITERATURA**

Trabajo presentado para optar al Título Profesional de Kinesiólogo

AUTORES:

NICOLÁS ELÍAS PALMA JIMÉNEZ
SEBASTIÁN IGNACIO ROMERO VEGA
MATÍAS ESTEBAN SALGADO TAPIA
LUIS FELIPE VERDEJO ZÚÑIGA

PROFESOR GUÍA:

CRISTIÁN CAPARRÓS MANOSALVA

Diciembre 2022

Talca, Chile

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2023

DERECHOS DE AUTOR

©2022, Nicolás Palma Jiménez, Sebastián Romero Vega, Matías Salgado Tapia, Luis Zúñiga Verdejo.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, agradecer a nuestras familias por ser el pilar fundamental durante el proceso de pregrado, por el apoyo e incondicionalidad que nos han brindado durante este arduo viaje de conocimiento y esfuerzo.

En segundo lugar, y no menos importante, a los docentes que han sido parte del aprendizaje durante estos cinco años, en especial a nuestro tutor Cristián Caparrós Manosalva por creer en nosotros, y por entregarnos su apoyo y tiempo.

TABLA DE CONTENIDOS

DERECHOS DE AUTOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	vii
ABREVIATURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	5
3. OBJETIVO GENERAL.....	5
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
5. METODOLOGÍA.....	6
5.1 Diseño de estudio.....	6
5.2 Estrategia de búsqueda.....	6
5.3 Criterios de inclusión.....	8
5.4 Criterios de exclusión.....	8
5.5 Selección de estudios.....	9
5.6 Extracción de datos.....	9

6. RESULTADOS.....	12
7. DISCUSIÓN.....	24
8. CONCLUSIÓN.....	30
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Ecuación de búsqueda.....	7
Tabla N° 2: Extracción de datos de los estudios seleccionados.....	10-11
Tabla N° 3: Resultados iniciales de cuestionarios de autorreporte de los sujetos.....	13
Tabla N° 4: Programa de entrenamiento semanal de ambos autores.....	17-20
Tabla N° 5: Tamaños del efecto para la activación neuromuscular previo al aterrizaje.....	23
Tabla N° 6: Tamaños del efecto para la activación neuromuscular posterior al aterrizaje.....	23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración N° 1: Flujograma Prisma.....	9
--	---

ABREVIATURAS

- ICT → Inestabilidad Crónica de Tobillo
- EMG → Electromiografía
- CVIM → Contracción Voluntaria Isométrica Máxima
- SNC → Sistema Nervioso Central
- OTG → Órgano tendinoso de Golgi
- CAIT → Cumberland Ankle Instability Tool
- All → Ankle Instability Instrument
- FAAM → Foot and Ankle Ability Measure
- FAAM-S → Foot and Ankle Ability Measure Sport
- FAOS → Foot and Ankle Outcome Score
- ms → milisegundos

RESUMEN

Introducción: Los esguinces laterales de tobillo son unas de las lesiones más comunes en la población general y la más frecuente en jóvenes físicamente activos. Se ha establecido que un 40% de las personas que sufren de esta lesión desarrollan Inestabilidad Crónica de Tobillo. Dentro de los desafíos en las disfunciones de tobillo ha aparecido la pliometría como una posible estrategia de rehabilitación.

Objetivo: Revisar el efecto de un programa de entrenamiento pliométrico sobre la actividad neuromuscular de tobillo en personas físicamente activas que presentan inestabilidad crónica de tobillo.

Metodología: Esta revisión de la literatura se obtuvo de las bases de datos Pubmed, Web of Science, Scopus y EBSCO, que incluyó ensayos controlados aleatorizados que han analizado el entrenamiento pliométrico en base a la actividad neuromuscular en sujetos físicamente activos con inestabilidad crónica de tobillo durante los últimos 5 años.

Conclusión: Si bien la información es limitada, el uso de una intervención basada en saltos pliométricos podría ser una herramienta terapéutica capaz de generar mejoras en la activación neuromuscular de los músculos del tobillo con ICT.

Palabras clave: Inestabilidad crónica de tobillo, Activación neuromuscular, Electromiografía, Pliometría, Aterrizaje.

ABSTRACT

Introduction: Lateral ankle sprains are one of the most common injuries in general population, and the most frequent in physically active young people. It has been established that 40% of people who suffer from this injury develop Chronic Ankle Instability. Within the challenges in ankle dysfunctions, plyometrics has emerged as a possible rehabilitation strategy.

Objective: To check the effect of a plyometric training program on ankle neuromuscular activity in physically active individuals with chronic ankle instability.

Methodology: The literature review is based on PubMed, Web of Science, Scopus and EBSCO data, including randomized controlled trials that have analyzed the plyometric training based on ankle neuromuscular activity in physical active individuals with chronic ankle instability over the last five years.

Conclusion: Even though information its limited the use of an intervention based on plyometric jumps could be a therapeutic tool capable of generating improvements in the neuromuscular activation of ankle muscles with CTI

Key words: chronic ankle instability, neuromuscular activation, electromyography, plyometric, landing.

INTRODUCCIÓN

Los esguinces laterales de tobillo son unas de las lesiones más comunes en la población general y la más frecuente en jóvenes físicamente activos, tanto deportistas como no deportistas (Donovan et al., 2016). Se ha establecido que un 40% de las personas que sufren de esta lesión desarrollan inestabilidad crónica de tobillo (ICT), que se define como una propensión a sufrir esguinces recurrentes de tobillo, acompañada de una falta de seguridad y sensación de inestabilidad (Feger et al., 2021). Además, se ha reportado síntomas persistentes como dolor, edema, limitación del movimiento, disminución de la función autodeclarada y sensación de inestabilidad, los cuales están presentes por al menos 1 año (Hertel & Corbett, 2019). También, se destacan factores biomecánicos como alteraciones en la activación neuromuscular del tobillo frente a tareas funcionales como el salto y el aterrizaje, así como también cambios en las estrategias motoras/posturales, disminución de la fuerza y alteración de la propiocepción (Monzó, Lanzuela, Alfaro, & José, 2015).

Según el autor Simpson (2019), la recurrencia de esguinces de tobillo, acompañado de una mala reparación del ligamento provoca un daño constante en los mecanorreceptores, que altera negativamente la función neuromuscular y

el autorreporte que manifiestan los sujetos. Por ejemplo, los sujetos con inestabilidad de tobillo presentan latencias prolongadas, la cual se define como un breve retraso (1-2 ms) desde el momento en que el potencial de acción llega al músculo hasta observar la tensión de este (Sharma, Ejaz Hussain, & Sharma, 2021). También, existen reducciones en la actividad neuromuscular de los músculos Fibulares Largo y Corto en saltos en una pierna (Simpson et al., 2019). Estas alteraciones en el control neuromuscular anticipatorio de los músculos eversores del tobillo se han relacionado con un mayor ángulo de inversión subtalar durante la fase preparatoria de un salto-aterrizaje (Kipp & Palmieri-Smith, 2012). Por lo tanto, los retardos en la activación de la musculatura eversora de tobillo, podría generar un aumento en la recurrencia de esguinces y como consecuencia una degeneración de la articulación llevando a un proceso crónico a largo plazo.

El entrenamiento pliométrico, se define como un tipo de entrenamiento basado especialmente en saltos realizados de forma rápida, con el fin de mejorar la potencia, velocidad y fuerza de los músculos, principalmente de tren inferior (Pardos-Mainer, Lozano, Torrontegui-Duarte, Cartón-Llorente, & Roso-Moliner, 2021). Es un entrenamiento de alta intensidad que consiste en el uso de ciclos de estiramiento - acortamiento a través de contracciones excéntricas seguidas inmediatamente de contracciones concéntricas en cada uno de los ejercicios.

Este método incluye una amplia variedad de saltos, que van desde saltos con ambos pies hasta saltos en un pie (Pardos-Mainer, Lozano, Torrontegui-Duarte, Cartón-Llorente, & Roso-Moliner, 2021). Los entrenamientos de pliometría han demostrado efectos favorables sobre la activación neuromuscular de tobillo en atletas sanos, mejorando el rendimiento deportivo en tareas como las carreras de distancia, saltos, carreras de velocidad, fuerza de extensión de piernas y al mismo tiempo ha mostrado una disminución de la incidencia de lesiones graves de rodilla al aumentar la estabilidad articular de la extremidad inferior (Huang, Chen, Lin, & Lee, 2014). Además, el entrenamiento pliométrico en sujetos con ICT podría aumentar la activación neuromuscular, y así mejorar la estabilidad funcional de las articulaciones, la propiocepción y la sensibilidad de los receptores neuromusculares (Huang, Jankaew, & Lin, 2021).

La forma clásica de intervención de la ICT se basa en entrenamiento de equilibrio, estiramientos del tríceps sural, movilizaciones articulares talocrural y fortalecimiento de tobillo (Tsikopoulos, Mavridis, Georgiannos, & Vasiliadis, 2018). El entrenamiento pliométrico en sujetos con ICT podría aumentar el equilibrio dinámico y reducir el desplazamiento anteroposterior. Por otro lado, favorecería la absorción de impactos durante la realización de un salto-aterrizaje (Lee, Oh, & Kwon, 2020). Este tipo de entrenamiento ha sido aplicado en el último

tiempo en sujetos con ICT, donde destaca una mayor demanda sobre la articulación y musculatura de tobillo, en comparación a la intervención clásica.

El uso del salto como forma de ejercicio terapéutico en sujetos con disfunciones o afecciones de tobillo presenta importantes ventajas en la musculatura del tobillo, como mejoras en los tiempos de activación neuromuscular previo al aterrizaje y estrategias más eficientes durante el gesto, mejorando la biomecánica de la extremidad inferior. Es por esto que surge la necesidad de revisar el efecto de un programa de entrenamiento pliométrico sobre la actividad neuromuscular de tobillo en personas físicamente activas que presentan ICT.

Pregunta de investigación:

- ¿Los entrenamientos pliométricos mejoran la respuesta neuromuscular de tobillo en sujetos físicamente activos con inestabilidad crónica de tobillo?

Objetivo General

- Revisar el efecto de un programa de entrenamiento pliométrico sobre la actividad neuromuscular de tobillo en personas físicamente activas que presentan inestabilidad crónica de tobillo.

Objetivos específicos

- Reconocer los tipos de entrenamiento pliométrico o salto en personas con inestabilidad de tobillo.
- Comparar los efectos de las intervenciones desarrolladas en personas con inestabilidad de tobillo.

METODOLOGÍA

Diseño de estudio:

Se realizó una revisión de la literatura siguiendo los estándares y recomendaciones de PRISMA (Page et al., 2021).

Estrategia de búsqueda:

Dos autores de manera independiente condujeron una búsqueda de la literatura de manera sistemática en 4 bases de datos: Pubmed, EBSCO, Web of Science y Scopus. La búsqueda fue realizada hasta el día 29 de mayo del 2022. La ecuación de búsqueda (Tabla N° 1) consideró palabras claves relacionadas con inestabilidad de tobillo, pliometría y conceptos asociados, utilizando términos booleanos como “AND” y “OR”. Esta estrategia de búsqueda se adecuó a cada base de datos. Además, la búsqueda avanzada fue filtrada con estudios de los últimos 5 años.

Tabla N° 1: Ecuación de búsqueda.

Base de datos	Ecuación de búsqueda
<p>PubMed</p> <p>Scopus</p> <p>EBSCO</p> <p>Web of Science</p>	<p>"ankle"[MeSH Terms] OR "ankle"[All Fields] OR "ankle joint"[MeSH Terms] OR "ankle joint"[All Fields] OR "ankles"[All Fields] OR "ankle's"[All Fields] OR "ankle instability" OR "chronic ankle instability" OR "functional ankle instability" OR "lateral ankle instability" AND "plyometric"[All Fields] OR "plyometrics"[All Fields] OR "jump"[All Fields] OR "vertical jump"[All Fields] OR "drop jump"[All Fields] OR "landing"[All Fields] OR "jump - landing"[All Fields] OR "hop-stabilization training"[All Fields] AND "electromyography"[MeSH Terms] OR "electromyography"[All Fields] OR "electromyographies"[All Fields] OR "surface electromyography".</p>

Para facilitar la selección de los artículos, se definieron criterios de elegibilidad, tales como:

Criterios de inclusión:

- Sujetos físicamente activos entre 18-30 años.
- Sujetos con antecedentes de esguinces hace más de 6 meses y clasificados como inestables según la aplicación de cuestionarios de funcionalidad de tobillo.
- Estudios que incluyeron entrenamiento pliométrico utilizando el salto.
- Variables de estudio tales como actividad electromiográfica (EMG) de musculatura relacionada con el tobillo.
- Estudios de tipo experimentales, cuasi experimentales, casos y controles.

Criterios de exclusión:

- Artículos realizados en animales o in vitro.
- Participantes con disfunciones neurológicas.
- Estudios en personas con antecedentes de lesiones asociadas a la extremidad inferior como fracturas, esguinces grado 3 de tobillo o sujetos con cirugías de miembro inferior.
- Otros formatos de artículos como metaanálisis, revisiones sistemáticas, revisiones bibliográficas, resumen de conferencias o poster, protocolo de estudio, etc.

Selección de estudios y extracción de datos:

Todas las selecciones se realizaron al menos con la revisión de 2 evaluadores de manera independiente y en caso de no llegar a acuerdo, se incorporó un tercer evaluador para la toma de decisión. La selección de los artículos fue realizada en primera instancia por título y resumen, aplicando criterios de selección. Luego se realizó el mismo procedimiento con los textos completos, obteniendo 2 estudios para la revisión. Posteriormente, se extrajeron los datos de los estudios a la Tabla N° 2.

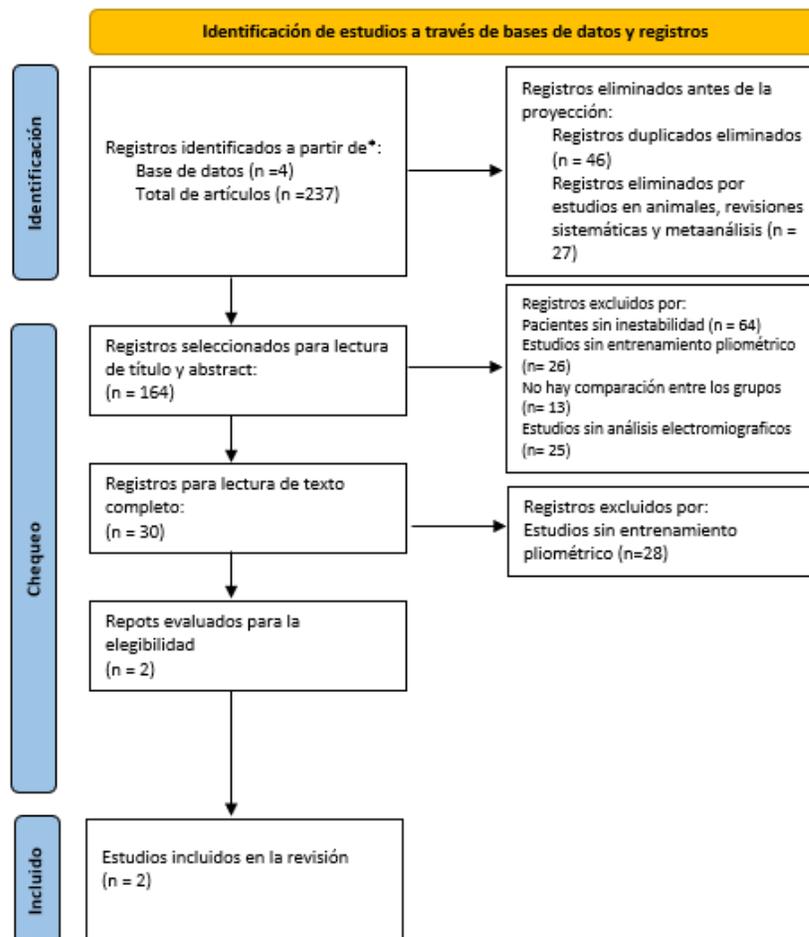


Ilustración N° 1: Flujograma PRISMA.

Tabla N° 2: Extracción de datos de los estudios seleccionados.

Autor	Tipo de estudio	Total de participantes	Grupos	Variables del estudio	Medición de la variable
Pi – Ying Huang et al (2021).	Estudio controlado y aleatorizado.	30 sujetos físicamente activos.	<p>a) 10 sujetos con ICT entrenados pliométricamente.</p> <p>b) 10 sujetos con ICT entrenados pliométricamente junto con entrenamiento de balance.</p> <p>c) 10 sujetos control (sujetos con inestabilidad sin intervención).</p>	<p>a. Grado de ICT.</p> <p>b. Activación neuromuscular</p> <p>c. Propiocepción de tobillo.</p>	<p>1.- Inestabilidad de tobillo: Cuestionario CAIT con puntaje <24.</p> <p>2.- EMG de superficie: Se midió la CVIM de los músculos tibial anterior, fibular largo, gastrocnemio medial, gastrocnemio lateral y soleo de la pierna con ICT. Se evaluó la actividad neuromuscular durante el aterrizaje con la pierna afectada sobre una plataforma de fuerza, donde los sujetos debían mantener el equilibrio por 5 segundos sobre la plataforma de fuerza.</p> <p>3.-Sentido de posición del tobillo: Se evaluó mediante el uso de un electrogoniómetro. Se les mostró las posiciones de 10° de dorsiflexión, 10° de eversión, 15° de flexión plantar y 15° de inversión y se les pidió que con los ojos cerrados llevarán su tobillo a la posición anteriormente descrita en forma aleatoria.</p>

Hooman Minoonejad et al (2018).	Ensayo controlado aleatorizado.	28 sujetos físicamente activos.	<p>a) 14 sujetos con ICT entrenados con rebote.</p> <p>b) 14 sujetos control (con ICT y sin intervención).</p>	<p>a. Grado de ICT.</p> <p>b. Activación neuromuscular.</p>	<p>1.- Inestabilidad de tobillo: Se midió utilizando el AII obteniendo 4 o más respuestas afirmativas. Obteniendo puntajes de discapacidad de menor o igual al 90% en el FAAM. Y cuestionario CAIT con puntaje <24.</p> <p>2.- EMG de superficie. Se midió la CVM de los músculos tibial anterior, sóleo, gastrocnemio lateral, fibular largo, vasto medial, vasto lateral, bíceps femoral y glúteo medio que correspondían a la extremidad afectada. Posteriormente a los sujetos se les evaluó la actividad neuromuscular durante 3 aterrizajes sobre una plataforma de fuerza posterior a la ejecución de un salto sobre un cajón de 40 cm de altura.</p>
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--	---	---

RESULTADOS

Los estudios seleccionados analizaron 58 sujetos cuyas edades fluctuaban entre los 18 y 30 años, con un promedio de edad de 22 años. De los estudios seleccionados, solamente el de Huang (2021) consideró ambos sexos (25 hombres y 7 mujeres), mientras que el de Minoonejad (2018) solamente consideró hombres. Respecto de las medidas antropométricas, los pesos variaron entre 60 a 91 kg y estatura entre 1,59 a 1,92 cm. Cabe destacar que la población escogida de ambos estudios padecía de ICT y eran físicamente activos. Por un lado, los sujetos del estudio de Minoonejad (2018) eran jugadores de baloncesto universitario que practicaban 3 veces a la semana durante 2 horas. Mientras que la muestra correspondiente de Huang (2021) eran atletas recreativos de baloncesto, fútbol, rugby y voleibol que practicaban 3 veces a la semana durante 2 horas.

Para poder determinar la inestabilidad de tobillo ambos estudios utilizaron el cuestionario CAIT, coincidiendo en un puntaje de clasificación <24. Sin embargo, el estudio de Minoonejad (2018) utilizó otros cuestionarios complementarios para determinar la inestabilidad de tobillo como el Ankle Instability Instrument (All)

obteniendo 4 o más respuestas positivas, un puntaje menor o igual al 90% en el Foot and Ankle Ability Measure (FAAM), un puntaje menor al 80% en el Foot and Ankle Ability Measure Sport (FAAMS) y un puntaje menor al 75% en 3 o más categorías del Foot and Ankle Outcome Score (FAOS) (Tabla N°3). Cabe mencionar que solo Minoonejad (2018) realizó seguimiento de estos cuestionarios posterior a la intervención.

Tabla N° 3: Resultados iniciales de cuestionarios de autorreporte de los sujetos.

Grupos	CAIT (puntaje)	FAAM (%)	FAAM-S (%)	FAOS Síntomas (%)	FAOS Dolor (%)	FAOS Función de la vida diaria	FAOS Deporte (%)	FAOS Calidad de vida (%)
Grupo control Minoonejad	19.35 ± 3.24	81.71 ± 6.29	67.63 ± 9.38	68.11 ± 10.61	78.36 ± 14.43	79.30 ± 3.97	71.89 ± 6.76	70.71 ± 9.37
Grupo intervención Minoonejad	19.78 ± 3.74	84.52 ± 4.35	73.66 ± 10.73	67.85 ± 12.83	73.61 ± 10.20	80.145 ± 3.72	70.71 ± 6.46	71.42 ±10.88
Grupo control Huang	19.90 ± 3.41	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Grupo Pliométrico Huang	19.05 ± 2.88	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Grupo Pliométrico + Equilibrio Huang	17.56 ± 4.47	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR

NR: No reportado.

Respecto a la evaluación de la activación neuromuscular, esta fue similar. Ambos autores consideraron a los músculos Tibial Anterior, Soleo, Gastrocnemio Lateral

y Fibular Largo. Sin embargo, Minoonejad (2018) incluyó además Vasto Medial, Vasto Lateral, Bíceps Femoral y Glúteo Medio. Mientras que Huang (2021) incluyó al Gastrocnemio Medial. Ambos estudios utilizaron la contracción voluntaria isométrica máxima (CVIM) durante 6 segundos de los músculos anteriormente descritos para luego normalizar la activación neuromuscular de estos grupos musculares y así analizar las evaluaciones de salto y aterrizaje. Para el caso de Minoonejad (2018) los sujetos debían saltar desde un cajón de 40 cm de altura, para luego aterrizar sobre una plataforma de fuerza. Se les midió el tiempo de activación neuromuscular, la actividad preparatoria y post aterrizaje de los grupos musculares durante 3 aterrizajes sobre el miembro afectado en la plataforma de fuerza, donde tuvieron que mantener el equilibrio durante 3 segundos al finalizar el aterrizaje. La actividad neuromuscular preparatoria se definió como la EMG medida durante los 300 ms antes del contacto inicial y la actividad post aterrizaje correspondía a la EMG medida durante los 300 ms posterior al contacto inicial. Por otro lado, Huang (2021) también normalizó la señal EMG con la CVIM, pero analizó 200 ms antes y después del contacto inicial, y además los sujetos debían mantener el equilibrio durante 5 segundos sobre la plataforma de fuerza después del aterrizaje.

La intervención de cada artículo fue única. Se obtuvo que Minoonejad (2021) asignó aleatoriamente a sus participantes a un grupo control que no recibió

intervención y a un grupo intervención que entreno 3 veces a la semana durante 6 semanas. Cada sesión comenzó con un calentamiento estandarizado de 5 minutos de carrera libre y estiramientos dinámicos. Para cada sesión de entrenamiento usó superficies distintas. La primera sesión de entrenamiento de cada semana usó una superficie estable, para la segunda usó césped artificial y para la tercera usó una superficie inestable definida como una colchoneta de espuma de 6,35 cm de espesor. El entrenamiento consistió en combinaciones de saltos como: saltos hacia cada lado, saltos hacia adelante y hacia atrás, saltos hacia adelante, saltos siguiendo la forma del número 8, saltos en zig-zag y saltos en forma cuadrada que fueron progresados semana a semana pasando de 2 pies a un pie y variando la cantidad de saltos, partiendo con una base de 80 ejecuciones de saltos (Tabla N°4). Cabe destacar que los participantes descansaron 30 segundos entre cada serie y 1 minuto entre cada ejercicio.

Huang (2021) por su parte, asignó aleatoriamente 3 grupos, un grupo control que no recibió intervención, un grupo intervención que recibió entrenamiento de equilibrio más pliometría y otro grupo intervención que recibió solo entrenamiento pliométrico. El programa duró 6 semanas, citando a los participantes de forma individual 3 veces por semana. Cada sesión de entrenamiento consistió en 3 minutos de ejercicio de estiramiento general y 7 minutos de ejercicio aeróbico (carrera de 800 metros) como calentamiento. Entre los ejercicios de cada sesión

de entrenamiento, se permitió un descanso de 2 minutos. Para la fase de enfriamiento, los participantes volvieron a realizar estiramientos generales durante 5 minutos. El entrenamiento pliométrico comenzó con un salto en cuclillas y progresó a un salto más desafiante, mientras que el grupo de equilibrio más pliometría involucró saltos y sentadillas equilibradas o estocadas cada semana. Cabe destacar que la pauta de entrenamiento se mantuvo durante 2 semanas y luego se progresó (Tabla N° 4).

Tabla N° 4: Programa de entrenamiento semanal de ambos autores.

Entrenamiento Pliométrico	Tipo de ejercicios	N° series x N° repeticiones
Minoonejad semana 1	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos de lado a lado en ambas piernas con las manos libres. • Saltos hacia adelante y hacia atrás en ambas piernas con manos libres. • Saltos hacia adelante en ambas piernas con manos libres. • Saltos siguiendo figura de numero 8 con ambas piernas con manos libres. 	2 x 10
Pi-Yin Huang semana 1	<ul style="list-style-type: none"> • Sentadilla con salto en ambas piernas. • Saltos en punta de pie con ambas piernas. • Saltos hacia el frente con ambas piernas. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos en zigzag hacia adelante en ambas piernas. • Saltos laterales en ambas piernas. 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre step con ambas piernas. 	2 x 8
Pi-Yin Huang + equilibrio semana 1	<ul style="list-style-type: none"> • Sentadilla con salto en ambas piernas. • Sentadilla equilibrada en ambas piernas. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Regate de equilibrio. 	5 x 20
	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos en zigzag hacia adelante con ambas piernas. • Saltos laterales con ambas piernas. 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre step con ambas piernas. 	2 x 8
Minoonejad semana 2	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos de lado a lado en una pierna con manos libres. • Saltos hacia adelante y hacia atrás en una pierna con manos libres. • Saltos hacia adelante en una pierna con manos libres. • Saltos siguiendo figura de número 8 en una pierna con manos libres. • Saltos en zigzag con ambas piernas con manos libres. 	2 x 10
Pi-Yin Huang semana 2	<ul style="list-style-type: none"> • Sentadilla con salto en ambas piernas. • Saltos en punta de pie con ambas piernas. • Saltos hacia el frente con ambas piernas. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos en zigzag hacia adelante en ambas piernas. • Saltos laterales en ambas piernas. 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre step con ambas piernas. 	2 x 8

Pi-Yin Huang + equilibrio semana 2	<ul style="list-style-type: none"> • Sentadilla con salto en ambas piernas. • Sentadilla equilibrada en ambas piernas. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Regate de equilibrio. 	5 x 20
	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos en zigzag hacia adelante con ambas piernas. • Saltos laterales con ambas piernas. 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre step con ambas piernas. 	2 x 8
Minoonejad semana 3	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos de lado a lado en una pierna con brazos cruzados sobre el pecho. • Saltos hacia adelante y hacia atrás en una pierna con los brazos cruzados sobre el pecho. • Saltos hacia adelante en una pierna con brazos cruzados sobre el pecho. • Saltos siguiendo la figura de número 8 en una pierna con brazos cruzados sobre el pecho. • Saltos en zigzag en una pierna con manos libres. • Saltos en forma cuadrada con ambas piernas y manos libres. 	2 x 10
Pi-Yin Huang semana 3	<ul style="list-style-type: none"> • Estocada con salto (derecha e izquierda). • Salto unilateral hacia el frente (derecha e izquierda). 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto unilateral en zigzag hacia adelante (derecha e izquierda). • Salto lateral en una pierna (derecha e izquierda). 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto vertical con ambas piernas acercando las rodillas al pecho. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto en diagonal con ambas piernas. 	2 x 8
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre step con ambas piernas. 	2 x 10
Pi-Yin Huang + equilibrio semana 3	<ul style="list-style-type: none"> • Estocada con salto (derecha e izquierda). • Estocada con apoyo en 1 disco (derecha e izquierda). 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto unilateral en zigzag hacia adelante (derecha e izquierda). 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Estación unipodal (derecha e izquierda). 	10 seg x 5
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto vertical con ambas piernas acercando las rodillas al pecho. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Atrapar balón manteniendo el equilibrio. 	2 x 8
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre step con ambas piernas. 	2 x 10
Minoonejad semana 4	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos de lado a lado en una pierna con ambas manos detrás de la cabeza. • Saltos hacia adelante y hacia atrás en una pierna con ambas manos detrás de la cabeza. 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos hacia adelante en una pierna con ambas manos detrás de la cabeza. • Saltos siguiendo la figura de número 8 en una pierna con ambas manos detrás de la cabeza. 	2 x 10

	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos en zigzag en una pierna con ambas manos detrás de la cabeza. • Saltos en forma cuadrada en una pierna con manos libres. 	
Pi-Yin Huang semana 4	<ul style="list-style-type: none"> • Estocada con salto (derecha e izquierda). • Salto unilateral hacia el frente (derecha e izquierda). 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto unilateral en zigzag hacia adelante (derecha e izquierda). • Salto lateral en una pierna (derecha e izquierda). 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto vertical con ambas piernas acercando las rodillas al pecho. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto en diagonal con ambas piernas. 	2 x 8
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre step con ambas piernas. 	2 x 10
Pi-Yin Huang + equilibrio semana 4	<ul style="list-style-type: none"> • Estocada con salto (derecha e izquierda). • Estocada con apoyo en 1 disco (derecha e izquierda). 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto unilateral en zigzag hacia adelante (derecha e izquierda). 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Estación unipodal (derecha e izquierda). 	10 seg x 5
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto vertical con ambas piernas acercando las rodillas al pecho. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Atrapar balón manteniendo el equilibrio. 	2 x 8
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre step con ambas piernas. 	2 x 10
Minoonejad semana 5	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos de lado a lado en una pierna con manos detrás de la cabeza. • Saltos hacia adelante y hacia atrás en una pierna con manos detrás de la cabeza. • Saltos hacia adelante en una pierna con manos detrás de la cabeza. 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos siguiendo la figura de número 8 en una pierna con manos detrás de la cabeza. • Saltos en zigzag en una pierna con manos detrás de la cabeza. • Saltos en forma cuadrada en una pierna con manos cruzadas sobre el pecho. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Estocada con salto intercambiando posición de los pies hacia adelante y atrás. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre el step en una pierna (derecha e izquierda). 	2 x 12
Pi-Yin Huang semana 5	<ul style="list-style-type: none"> • Salto alto hacia el frente con ambas piernas. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto hacia el frente en zigzag en una pierna (derecha e izquierda). • Salto lateral en una pierna (derecha e izquierda). 	3 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto vertical con ambas piernas acercando las rodillas al pecho. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Escalera de agilidad. 	1 x 3
	<ul style="list-style-type: none"> • Salto sobre step con ambas piernas. 	1 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Estocada con salto intercambiando posición de los pies hacia adelante y atrás. 	2 x 10
	<ul style="list-style-type: none"> • Estocada con apoyo en 2 disco (derecha e izquierda). 	2 x 12

Pi-Yin Huang + equilibrio semana 5	• Salto alto hacia el frente con ambas piernas.	2 x 10
	• Salto hacia el frente en zigzag en una pierna (derecha e izquierda).	3 x 10
	• Drible en bípedo manteniendo el equilibrio (derecha e izquierda).	20 seg x 5
	• Salto vertical con ambas piernas acercando las rodillas al pecho.	2 x 10
	• Escalera de agilidad.	1 x 3
	• Salto sobre step con ambas piernas.	2 x 10
Minoonejad semana 6	• Saltos de lado a lado en una pierna con manos detrás de la cabeza.	3 x 10
	• Saltos hacia adelante y hacia atrás en una pierna con manos detrás de la cabeza.	
	• Saltos hacia adelante en una pierna con manos detrás de la cabeza.	
	• Saltos siguiendo la figura de número 8 en una pierna con manos detrás de la cabeza.	2 x 10
• Saltos en zigzag en una pierna con manos detrás de la cabeza.		
• Saltos en forma cuadrada en una pierna con manos detrás de la cabeza.		
Pi-Yin Huang semana 6	• Estocada con salto intercambiando posición de los pies hacia adelante y atrás.	2 x 10
	• Salto sobre el step en una pierna (derecha e izquierda).	2 x 12
	• Salto alto hacia el frente con ambas piernas.	2 x 10
	• Salto hacia el frente en zigzag en una pierna (derecha e izquierda).	3 x 10
	• Salto lateral en una pierna.	
	• Salto vertical con ambas piernas acercando las rodillas al pecho.	2 x 10
	• Escalera de agilidad.	1 x 3
• Salto sobre step con ambas piernas.	1 x 10	
Pi-Yin Huang + equilibrio semana 6	• Estocada con salto intercambiando posición de los pies hacia adelante y atrás.	2 x 10
	• Estocada con apoyo en 2 disco (derecha e izquierda).	2 x 12
	• Salto alto hacia el frente con ambas piernas.	2 x 10
	• Salto hacia el frente en zigzag en una pierna (derecha e izquierda).	3 x 10
	• Drible en bípedo manteniendo el equilibrio (derecha e izquierda).	20 seg x 5
	• Salto vertical con ambas piernas acercando las rodillas al pecho.	2 x 10
	• Escalera de agilidad.	1 x 3
	• Salto sobre step con ambas piernas.	2 x 10

Respecto a los resultados obtenidos de los autores posterior a la intervención, Minoonejad (2018) mostró mejoras significativas en las puntuaciones del FAAM, FAAM-S, CAIT y FAOS para el grupo intervención con un tamaño del efecto grande. Posterior a la intervención, se obtuvieron aumentos significativos en la actividad neuromuscular preparatoria previo al aterrizaje, en casi la totalidad de los músculos evaluados con un tamaño del efecto grande. A excepción del Vasto Medial que tuvo un tamaño del efecto pequeño (Tabla N° 5). Por último, posterior a la intervención, se tuvieron aumentos significativos en la actividad neuromuscular post aterrizaje de los músculos Tibial Anterior, Fibular Largo, Sóleo y Gastrocnemio Lateral con un tamaño del efecto grande (Tabla N° 6). A diferencia de los demás músculos que tuvieron un tamaño del efecto pequeño.

El autor Huang (2021) con la intervención de pliometría, obtuvo una mejora significativa en la activación neuromuscular previo al aterrizaje de casi la totalidad de los músculos evaluados con un tamaño del efecto grande (Tabla N° 5), a excepción del Fibular Largo que tuvo un tamaño del efecto pequeño. Mientras que el grupo intervenido con pliometría y equilibrio aumentó significativamente la activación neuromuscular previo al aterrizaje de los músculos Gastrocnemio Lateral, Gastrocnemio Medial y Sóleo con un tamaño del efecto grande. (Tabla N° 5).

Finalmente, con la intervención de pliometría, se obtiene un aumento significativo en la activación neuromuscular post aterrizaje del músculo Tibial Anterior con un tamaño mediano del efecto (Tabla N° 6).

Tabla N° 5: Tamaños del efecto para la activación neuromuscular previo al aterrizaje.

Músculo	Grupo pliométrico v/s grupo control Minoonejad	Grupo pliométrico v/s control Huang	Grupo pliométrico + equilibrio v/s grupo control Huang	Grupo pliométrico v/s grupo pliométrico + equilibrio
Tibial anterior	1.30*	0.637	0.731	-0.148
Soleo	1.97*	1.715	1.775	-0.092
Gastrocnemio Lateral	1.21*	1.418	1.421	-0.217
Fibular Largo	3.14*	0.308	0.820	-0.268

* $P < 0.05$

Tabla N° 6: Tamaños del efecto para la activación neuromuscular posterior al aterrizaje.

Músculo	Grupo pliométrico v/s grupo control Minoonejad	Grupo pliométrico v/s control Huang	Grupo pliométrico + equilibrio v/s grupo control Huang	Grupo pliométrico v/s grupo pliométrico + equilibrio
Tibial anterior	0.88*	0.632	0.116	0.451
Soleo	1.30*	-0.069	-0.160	0.088
Gastrocnemio Lateral	1.07*	-0.220	-0.371	0.138
Fibular Largo	1.81*	0.799	0.288	0.604

* $P < 0.05$

DISCUSIÓN

El objetivo de la presente revisión de la literatura fue revisar el efecto de los programas de entrenamiento pliométrico sobre la actividad neuromuscular de tobillo en personas físicamente activas. A partir de esto, se podría considerar que las intervenciones realizadas que utilizan ejercicios basados específicamente en saltos pliométricos son capaces de mejorar la respuesta neuromuscular durante la realización de un salto-aterrizaje en los músculos plantiflexores, dorsiflexores y eversores en personas físicamente activas con ICT. El uso de la pliometría en sujetos con ICT está recientemente incorporado, siendo un tema emergente en la rehabilitación de tobillo.

Los autores de ambos estudios seleccionados consideraron a sujetos que padecieron al menos un esguince de tobillo agudo en inversión que resultó en hinchazón, dolor y disfunción que ocurrió al menos 12 meses previos al estudio y al menos dos episodios de sensación que el tobillo cede en los últimos 6 meses. Sin embargo, la diferencia existente entre ambas poblaciones de estudio era el tipo de actividad que realizaban los participantes. Por un lado, Minoonej (2018) reclutó deportistas que practicaban básquetbol a nivel competitivo en una liga

universitaria, mientras que Huang (2021) abarcó un grupo de personas físicamente activas que practicaban deportes colectivos como básquetbol, rugby, fútbol y voleibol de forma recreativa. La capacidad de adaptarse a través del entrenamiento físico permite que las personas se desempeñen a la altura de su evento deportivo y/o mantengan una condición física óptima a lo largo de la vida. Frente a esto, Hughes (2017) refiere que, en respuesta al ejercicio, los humanos alteran el fenotipo de su músculo esquelético; cambiando la reserva de nutrientes, la cantidad y el tipo de enzimas metabólicas, la cantidad de proteína contráctil y la rigidez del tejido conectivo, por nombrar solo algunas de las adaptaciones (Hughes, Ellefsen, & Baar, 2017). Por lo tanto, se analizó el efecto que tendría cada intervención, considerando que existen sujetos que presentan una mejor adaptación física al ejercicio y requieren mayor demanda para conseguir mejores resultados en comparación con sujetos que no presentaron las mismas características deportivas, estando menos adaptados físicamente y que, siendo entrenados sistemáticamente, podrían mejorar su actividad neuromuscular inicial.

La relevancia de estudiar la activación neuromuscular viene dada por el daño existente en los mecanorreceptores dentro de los ligamentos laterales del tobillo, los cuales envían aferencias alteradas hacia el SNC y, por tanto, la respuesta de este mismo sistema hacia los músculos no es la más adecuada (Dicus &

Seegmiller, 2012). Esto altera negativamente la función neuromuscular en personas con ICT, obteniendo como resultado latencias musculares prolongadas posterior a la realización de un salto - aterrizaje con la pierna afectada. Lo anterior se podría relacionar con mayor variabilidad del ángulo de inversión subtalar al momento del aterrizaje, lo que genera que el sujeto este permanentemente con un mal posicionamiento articular de tobillo, aumentando el riesgo de recidiva con la presencia constante del mecanismo de lesión (Delahunt, Monaghan, & Caulfield, 2006). Además, Moisan (2019) ha reportado que existe una disminución de la fuerza de los músculos dorsiflexores, plantiflexores y eversores de tobillo. Estos desbalances afectan también la musculatura proximal del miembro inferior, como la musculatura abductora y rotadora de la cadera, alterando así la funcionalidad global de la extremidad inferior. A partir de esto, se ha reportado que los músculos fibulares en sujetos con ICT, posterior a la intervención, tenían un tiempo de reacción menor aumentando la estabilidad del tobillo después del contacto con el suelo, en conjunto con mayores amplitudes de activación de los músculos tibial anterior, sóleo, gastrocnemio medial y lateral posterior al aterrizaje en una pierna, lo que podría resultar en una menor reincidencia a la lesión (Huang, Jankaew, & Lin, 2021).

Durante la realización de un salto en condiciones normales, en sujetos sanos, el análisis del tiempo de activación neuromuscular se realiza mediante ventanas de

tiempo entre 50 a 100 ms, a diferencia de condiciones patológicas que abarcan mayores tiempos de activación dado por retardos existentes en la activación neuromuscular (Guzmán-Muñoz & Mendez-Rebolledo, 2019). Para este caso, la medición de la variable varió según cada estudio analizado. Por un lado, se consideró el tiempo de preactivación y post activación, el cual contemplaba 300 ms previos al contacto inicial y 300 ms posterior al contacto inicial respectivamente (Minoonejad, 2018). Por otro lado, Huang (2021) consideró los mismos hitos, con la diferencia que eran 200 ms antes y después del contacto inicial. Frente a esta variación en el tiempo de medición de la variable, la literatura actual expone que en la pliometría entre una ventana de 50 a 200 ms se obtiene la máxima activación neuromuscular (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002). El entrenamiento pliométrico podría disminuir las latencias musculares prolongadas durante los primeros milisegundos, lo cual viene dado por un aumento en la sensibilidad del huso muscular e inhibición de los OTG, lo que a su vez mejora la elasticidad y coordinación de la musculatura plantiflexora y dorsiflexora durante una contracción concéntrica y excéntrica, que permite finalmente mejorar la activación de los músculos del complejo de tobillo con inestabilidad (Ty Hopkins, Coglianese, Glasgow, Reese, & Seeley, 2012).

Una de las limitaciones de esta revisión corresponde a la progresión de los entrenamientos. Uno de los autores, Minoonejad (2018) no reporta criterios para definir la programación del entrenamiento. El autor progresó la intervención semana a semana añadiendo 20 saltos y aumentando la complejidad de estos pasando de bipodal a unipodal. Esto lleva a que se pierda la individualización del entrenamiento, seguimiento dentro del programa de rehabilitación y objetividad de las cargas aplicadas. Sin embargo, no existe un consenso en la literatura publicada sobre los criterios específicos, parámetros o principios de progresión que deben usarse durante el entrenamiento pliométrico (Davies, Riemann, & Manske, 2015). Una forma de establecer progresiones, pudiese ser criterios de progresión mediante evaluaciones objetivas, para luego ser aplicadas durante el proceso de intervención y así aumentar la carga en el entrenamiento. Otra limitación de esta revisión es que no se realiza análisis por diferenciación de sexo, ya que el autor Huang (2021) considera ambos sexos dentro los grupos en el artículo, sabiendo que tanto hombres como mujeres tienen características fisiológicas distintas como el grado de laxitud ligamentaria y cambios hormonales asociados (Barajas-Martínez et al., 2021).

Dentro de las recomendaciones para una futura revisión de la literatura, se sugiere la aplicación de evaluaciones durante el período de intervención para progresar y aumentar la carga del entrenamiento de forma objetiva, en conjunto

con saltos más complejos y demandantes para los sujetos. También, realizar una evaluación e intervención en la que exista diferenciación de sexo masculino y femenino para mantener la homogeneidad de la muestra, considerando las diferencias que presenta cada uno. Finalmente, se debe considerar la aplicación de cuestionarios de autorreporte al final de la intervención, para tener registro de la sensación de inestabilidad de los usuarios al final del estudio, y reevaluarla luego de unos meses para verificar los efectos posteriores de la intervención.

CONCLUSIÓN

Según la evidencia recopilada en esta revisión, la intervención basada en un entrenamiento pliométrico en personas físicamente activas con ICT se considera una posible herramienta terapéutica para rehabilitar esta condición. Esto, ya que podría mejorar la respuesta neuromuscular del tobillo al momento realizar un salto-aterrizaje, la posición articular del tobillo, funcionalidad y calidad de vida de los sujetos.

Dentro de los beneficios que más destaca este tipo de entrenamiento se encuentra una disminución en los tiempos de preactivación posterior al aterrizaje, lo que supone una mejora en el porcentaje de activación de los músculos del tobillo, principalmente el fibular largo, quien presentaba previamente un enlentecimiento en su actividad, evitando así la recurrencia constante a la lesión. Por consiguiente, esto toma relevancia desde la disciplina kinésica siendo considerada no sólo como estrategia de rehabilitación, sino que también como una alternativa de prevención y mantención funcional de los usuarios, tanto deportistas como no deportistas, teniendo más opciones al momento de enfrentarnos a esta lesión y a quien la padece. Sin embargo, dada la limitada

información en base a la pliometría como una única estrategia de intervención en los procesos de rehabilitación en personas con ICT, se requiere seguir investigando en mayor profundidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318–1326. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00283.2002>.
2. Barajas-Martínez, A., Ibarra-Coronado, E., Fossion, R., Toledo-Roy, J. C., Martínez-Garcés, V., López-Rivera, J. A., ... Rivera, A. L. (2021). Sex Differences in the Physiological Network of Healthy Young Subjects. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.678507>.
3. Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current Concepts of Plyometric Exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760–786. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4637913/>.
4. Delahunt, E., Monaghan, K., & Caulfield, B. (2006). Changes in lower limb kinematics, kinetics, and muscle activity in subjects with functional instability of the ankle joint during a single leg drop jump. *Journal of Orthopaedic Research*, 24(10), 1991–2000. <https://doi.org/10.1002/jor.20235>.
5. Dicus, J. R., & Seegmiller, J. G. (2012). Unanticipated Ankle Inversions Are Significantly Different From Anticipated Ankle Inversions During Drop

Landings: Overcoming Anticipation Bias. *Journal of Applied Biomechanics*, 28(2), 148–155. <https://doi.org/10.1123/jab.28.2.148>.

6. Donovan, L., Hart, J. M., Saliba, S. A., Park, J., Feger, M. A., Herb, C. C., & Hertel, J. (2016). Rehabilitation for Chronic Ankle Instability With or Without Destabilization Devices: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Athletic Training*, 51(3), 233–251. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.3.09>.
7. Feger, M. A., Donovan, L., Herb, C. C., Hart, J. M., Saliba, S. A., Abel, M. F., & Hertel, J. (2021). Effects of 4-week impairment-based rehabilitation on jump-landing biomechanics in chronic ankle instability patients. *Physical Therapy in Sport*, 48, 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.07.005>.
8. Guzmán-Muñoz, Eduardo, & Méndez-Rebolledo, Guillermo. (2018). Electromiografía en las Ciencias de la Rehabilitación. *Revista Salud Uninorte*, 34(3), 753-765. Retrieved December 21, 2022, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522018000300753&lng=en&tlng=.
9. Hertel, J., & Corbett, R. O. (2019). An Updated Model of Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletic Training*, 54(6), 572–588. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-344-18>.
10. Huang, P.-Y., Chen, W.-L., Lin, C.-F., & Lee, H.-J. (2014). Lower Extremity Biomechanics in Athletes With Ankle Instability After a 6-Week Integrated Training Program. *Journal of Athletic Training*, 49(2), 163–172. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.2.10>.

11. Huang, P.-Y., Jankaew, A., & Lin, C.-F. (2021). Effects of Plyometric and Balance Training on Neuromuscular Control of Recreational Athletes with Functional Ankle Instability: A Randomized Controlled Laboratory Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5269. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105269>.
12. Hughes, D. C., Ellefsen, S., & Baar, K. (2017). Adaptations to Endurance and Strength Training. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(6), a029769. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>.
13. Kipp, K., & Palmieri-Smith, R. M. (2012). Principal component based analysis of biomechanical inter-trial variability in individuals with chronic ankle instability. *Clinical Biomechanics*, 27(7), 706–710. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2012.02.005>.
14. Lee, H. M., Oh, S., & Kwon, J. W. (2020). Effect of Plyometric versus Ankle Stability Exercises on Lower Limb Biomechanics in Taekwondo Demonstration Athletes with Functional Ankle Instability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3665. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103665>.
15. Minoonejad, H., Karimizadeh Ardakani, M., 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. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0103>.

16. Moisan, G., Mainville, C., Descarreaux, M., & Cantin, V. (2020). Unilateral jump landing neuromechanics of individuals with chronic ankle instability. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(5), 430–436. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.11.003>.
17. Monzó, S., Lanzuela, F., Alfaro, B., & José, J. (2015). Inestabilidad Crónica de Tobillo. Actualización Chronic Ankle Instability. Update. *Rev. S. And. Traum. Y Ort*, 33(2/2), 19–29. Retrieved from https://www.portalsato.es/documentos/revista/Revista152/inestabilidad_crónica_tobillo.pdf.
18. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... McGuinness, L. A. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>.
19. Pardos-Mainer, E., Lozano, D., Torrontegui-Duarte, M., Cartón-Llorente, A., & Roso-Moliner, A. (2021). Effects of Strength vs. Plyometric Training Programs on Vertical Jumping, Linear Sprint and Change of Direction Speed Performance in Female Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 401. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020401>.
20. Parker, R. C. (1997). Nondestructive Sampling Applications of the Tele-Relaskop in Forest Inventory. *Southern Journal of Applied Forestry*, 21(2), 75–83. <https://doi.org/10.1093/sjaf/21.2.75>.

21. Simpson, J. D., Stewart, E. M., Turner, A. J., Macias, D. M., Wilson, S. J., Chander, H., & Knight, A. C. (2019). Neuromuscular control in individuals with chronic ankle instability: A comparison of unexpected and expected ankle inversion perturbations during a single leg drop-landing. *Human Movement Science*, 64, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.01.013>.
22. Toumi, H., Best, T. M., Martin, A., F'Guyer, S., & Poumarat, G. (2004). Effects of Eccentric Phase Velocity of Plyometric Training on the Vertical Jump. *International Journal of Sports Medicine*, 25(5), 391–398. <https://doi.org/10.1055/s-2004-815843>.
23. Tsikopoulos, K., Mavridis, D., Georgiannos, D., & Vasiliadis, H. S. (2018). Does Multimodal Rehabilitation for Ankle Instability Improve Patients' Self-assessed Functional Outcomes? A Network Meta-analysis. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 476(6), 1295–1310. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000534691.24149.a2>.
24. Ty Hopkins, J., Coglianese, M., Glasgow, P., Reese, S., & Seeley, M. K. (2012). Alterations in evertor/invertor muscle activation and center of pressure trajectory in participants with functional ankle instability. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(2), 280–285. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2011.11.012>.
25. Park, D.-J., Kim, B.-J., Kim, Y.-H., & Park, S.-Y. (2021). A three-week intervention emphasized diagonal eccentric contraction on balance and joint position sense and ankle strength in subjects with ankle instability: A

randomized controlled trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 34(1), 95–101. <https://doi.org/10.3233/bmr-200058>.

26. Sharma, S., Ejaz Hussain, M., & Sharma, S. (2021). Effects of exercise therapy plus manual therapy on muscle activity, latency timing and SPADI score in shoulder impingement syndrome. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 44, 101390. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2021.101390>.