UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

CENTRO DE POSGRADOS

MAESTRIA EN FISIOTERAPIA DEPORTIVA

Tema: "ENTRENAMIENTO NEUROMUSCULAR PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE: REVISIÓN SISTEMÁTICA"

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magíster en Fisioterapia Deportiva

Modalidad del Trabajo de Titulación: Artículo profesional de alto nivel

Autor(a): Salinas Lascano Erika Isabel

Director(a): Dra. Lisbeth Josefina Reales Chacón PhD

Ambato – Ecuador

2025

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

A la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad Ciencias de la Salud. El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por la Licenciada Victoria Estefanía Espín Pastor, Magister en Fisioterapia del Deporte y Readaptación en la actividad física e integrado por los señores: Magíster Rosita Gabriela Flores Robalino, Máster Universitario en Fisioterapia Deportiva y Magíster Andrea Carolina Peñafiel Luna, Magíster en Terapia Manual Ortopédica, designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: "ENTRENAMIENTO NEUROMUSCULAR PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES EN EL DEPORTE: REVISIÓN SISTEMÁTICA", elaborado y presentado por la Licenciada SALINAS LASCANO ERIKA ISABEL, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Fisioterapia Deportiva; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Firmado electrónicamente por:
VICTORIA ESTEFANIA ESPIN PASTOR
Validar únicamente con FirmaEC

Lic. MsC Victoria Estefanía Espín Pastor

Presidente y Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
ROSITA GABRIELA FLORES ROBALINO
Validar únicamente con FirmaEC

Magíster Rosita Gabriela Flores Robalino
Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
ROSITA GABRIELA FLORES ROBALINO
Validar únicamente con FirmaEC

Magíster Andrea Carolina Peñafiel Luna
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: "Entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en el deporte: revisión sistemática", le corresponde exclusivamente a: Licenciada ERIKA ISABEL SALINAS LASCANO, Autora bajo la Dirección de la Dra. LISBETH JOSEFINA REALES CHACÓN PhD., Magister en Educación Mención en Educación Superior y PhD en Docencia, Investigación y Gestión en Educación Superior , Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Lcda. ERIKA ISABEL SALINAS LASCANO

c.c.: 180530697-2

AUTORA



Dra. LISBETH JOSEFINA REALES CHACÓN PhD

c.c.: 175897740-7

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Firmado electrónicamente por:
ERIKA ISABEL SALINAS LASCANO
Validar únicamente con FirmaEC

Lcda. Erika Isabel Salinas Lascano

c.c.: 180530697-2

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN 2
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN 3
DERECHOS DE AUTOR 4
AGRADECIMIENTO 6
DEDICATORIA 7
RESUMEN EJECUTIVO 8
ABSTRACT 9
CAPÍTULO I 10
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 10
1. INTRODUCCIÓN 10
2. MATERIALES Y MÉTODOS 10
2.1 Criterios de selección y valoración del estudio 10
2.2 Valoración de la calidad metodológica 11
3. RESULTADOS 11
4. DISCUSIÓN 17
5. CONCLUSIONES 18
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diagrama de flujo de selección de los estudios (PRISMA 2020) 11
Tabla 2 Calidad Metodológica de los estudios incluidos con la escala PEDro 12
Tabla 3Artículos seleccionados 17

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la sabiduría necesaria para concluir con éxito esta maravillosa etapa de mi vida. A mi familia, por su paciencia, motivación incondicional y confianza en este período de formación académica. A mis docentes y mi tutora, por compartir sus conocimientos, guía y apoyo durante este proceso formativo.

DEDICATORIA

A mi familia, que con amor, comprensión y apoyo me han acompañado en cada paso de mi vida. A mis padres, que son mi mayor orgullo, mi fuente de inspiración, quienes me enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia, les entrego este logro como muestra de gratitud y amor eterno. Y con especial ternura, dedico este logro a mi amado y fiel compañero de vida Luke, que, aunque ya no esté físicamente a mi lado, su lealtad, alegría y compañía dejaron una huella imborrable en mi corazón.

RESUMEN EJECUTIVO

Introducción: Las lesiones deportivas han ido incrementando progresivamente afectando de manera negativa a deportistas profesionales y amateurs, en este contexto los programas preventivos han ganado importancia al aplicarlos para reducir la incidencia y severidad de las lesiones; destacando entre ellos el entrenamiento neuromuscular (NMT) al demostrar que es beneficioso al abarcar diversos aspectos como el control motor, fuerza y estabilidad, mismos que son factores predisponentes para disminuir el índice de lesiones. El objetivo de esta revisión es evaluar la efectividad del entrenamiento neuromuscular en la prevención de lesiones deportivas, analizando su impacto en diferentes deportes. Materiales y métodos: Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA, utilizando bases de datos como PubMed, Science Direct, Cochrane Library y PEdro. La búsqueda se limitó a artículos publicados entre 2020 y 2025. La calidad metodológica de los estudios se evaluó mediante la escala PEDro, considerando estudios con puntuaciones
≥6 como de buena calidad. Resutados: Los hallazgos principales demostraron que el NMT reduce significativamente la incidencia de lesiones en las extremidades inferiores. Entre los resultados más destacados: En baloncesto, el programa "SHRed Injuries" redujo las lesiones de tobillo y rodilla en un 36%, tanto en grupos supervisados como no supervisados. En fútbol juvenil, se observó una disminución del 32% en lesiones agudas sin contacto. Discusión: Además, se evidenció que el NMT es beneficioso en la rehabilitación de atletas con reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA), mejorando los ángulos de flexión de rodilla durante aterrizajes. Conclusiones: Sin embargo, se identificaron limitaciones como la heterogeneidad en los diseños de los estudios y la falta de estandarización en los protocolos de NMT.

Palabras clave: entrenamiento neuromuscular, prevención de lesiones, deportes.

ABSTRACT

Introduction: Sports injuries have been progressively increasing, negatively affecting professional and amateur athletes. In this context, preventive programs have gained importance when applied to reduce the incidence and severity of injuries. Among them, neuromuscular training (NMT) stands out, as it has been shown to be beneficial by covering various aspects such as motor control, strength, and stability, which are predisposing factors in reducing the injury rate. The objective of this review is to evaluate the effectiveness of neuromuscular training in the prevention of sports injuries, analyzing its impact on different sports. Materials and methods: A systematic review was carried out following the PRISMA guidelines, using databases such as PubMed, Science Direct, Cochrane Library, and PEdro. The search was limited to articles published between 2020 and 2025. The methodological quality of the studies was evaluated using the PEDro scale, considering studies with scores ≥6 as good quality. Results: The main findings demonstrated that NMT significantly reduces the incidence of lower extremity injuries. Among the most notable results: In basketball, the "SHRed Injuries" program reduced ankle and knee injuries by 36% in both supervised and unsupervised groups. In youth soccer, a 32% decrease in acute non-contact injuries was observed. Discussion: Furthermore, NMT was shown to be beneficial in the rehabilitation of athletes with anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction, improving knee flexion angles

during landing. Conclusions: However, limitations were identified, such as heterogeneity in study designs and a lack of standardization in NMT protocols.
KEYWORDS: neuromuscular training, injury prevention, sports.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Las lesiones deportivas son un desafío importante en el proceso de salud pública y atletas profesionales y aficionados, estas afecciones no solo afectan el rendimiento deportivo, sino que también tiene un impacto económico y emocional significativo que requiere tratamiento costoso y tiempos prolongados de recuperación (Hilska et al, 2021). En este contexto, los métodos preventivos como el entrenamiento neuromuscular han ganado importancia al reducir la frecuencia y la severidad de las lesiones y al reintegrar de manera inmediata a sus actividades deportivas habituales (Emery et al., 2022).

Es por ello, que en la práctica deportiva el entrenamiento neuromuscular busca mejorar factores predisponentes como: el control motor, la fuerza, la estabilidad de las diversas articulaciones afectadas y la propiocepción (Zhao et al., 2021; Ling t al., 2023). De esta manera disminuyen los movimientos lesivos y desequilibrios biomecánicos presentes en el deporte. Los programas específicos en entrenamiento muscular han mostrado ventajas en deportes, como el fútbol, baloncesto y voleibol, los cuales presentan alto riesgo de lesiones musculares y articulares con una prevalencia en las rodillas dando con lesiones del ligamento cruzado anterior, tendinopatías rotulianas y tobillos (esguinces)(Emery et al., 2022).

El entrenamiento neuromuscular si bien ha sido aplicado en múltiples poblaciones son pocos los enfoques direccionados en la prevención de lesiones. Es por ello que, esta revisión sistemática de la literatura contribuirá analizar los hallazgos sobre entrenamiento neuromuscular como intervención fisioterapéutica para prevenir patologías en deportistas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente revisión sistemática fue redactada de acuerdo con la declaración de elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA). Se realizó una extracción inicial de artículos mediante una búsqueda bibliográfica utilizando varias bases de datos: 1) PubMed, 2) Science Direct, 3) Cochare Library, 4) PEdro. La estrategia de búsqueda implicó el uso de descriptores de búsqueda relevantes de "OR" y "AND" para combinar palabras clave de búsqueda: ‘’neuromuscular training’’, ‘’sports’’, ‘’injury prevention’’, ‘’neuromuscular exercises’’. La evidencia analizada fue la publicada en el período 2020-2025.

2.1 Criterios de selección y valoración del estudio

Se consideró la aplicación del modelo PICO para responder la interrogante ‘’ ¿Son efectivos los programas de entrenamiento neuromuscular para reducir la incidencia de lesiones deportivas?’’; para los criterios de selección y valoración de los estudios a través de los siguientes procedimientos: 1. (Población) se incluyeron investigaciones con poblaciones de deportistas profesionales o amateurs sin rango de edad específico. 2. (Intervención) En este punto se escogió solo los estudios que abarquen el entrenamiento neuromuscular como opción de tratamiento para reducir el índice de lesiones. 3. (Comparación) al ser el único método aplicado el NMT no existió comparación con otras técnicas. 4. (Outcome) Se recopiló datos sobre tipo de intervención, duración y frecuencia del entrenamiento, características de la población y resultados específicos sobre la disminución de la incidencia de lesiones. Los registros de búsqueda se limitaron a artículos con texto completo que sean ensayos clínicos, de acceso gratuito, publicados en el período 2020-2025, escritos en idioma inglés o español y que abarquen la prevención de lesiones en el deporte. Se excluyeron investigaciones con resultados que no se relacionen con las variables de estudio, que realicen comparación con otras intervenciones, metaanálisis, revisiones sistemáticas y estudios de casos o series de casos.

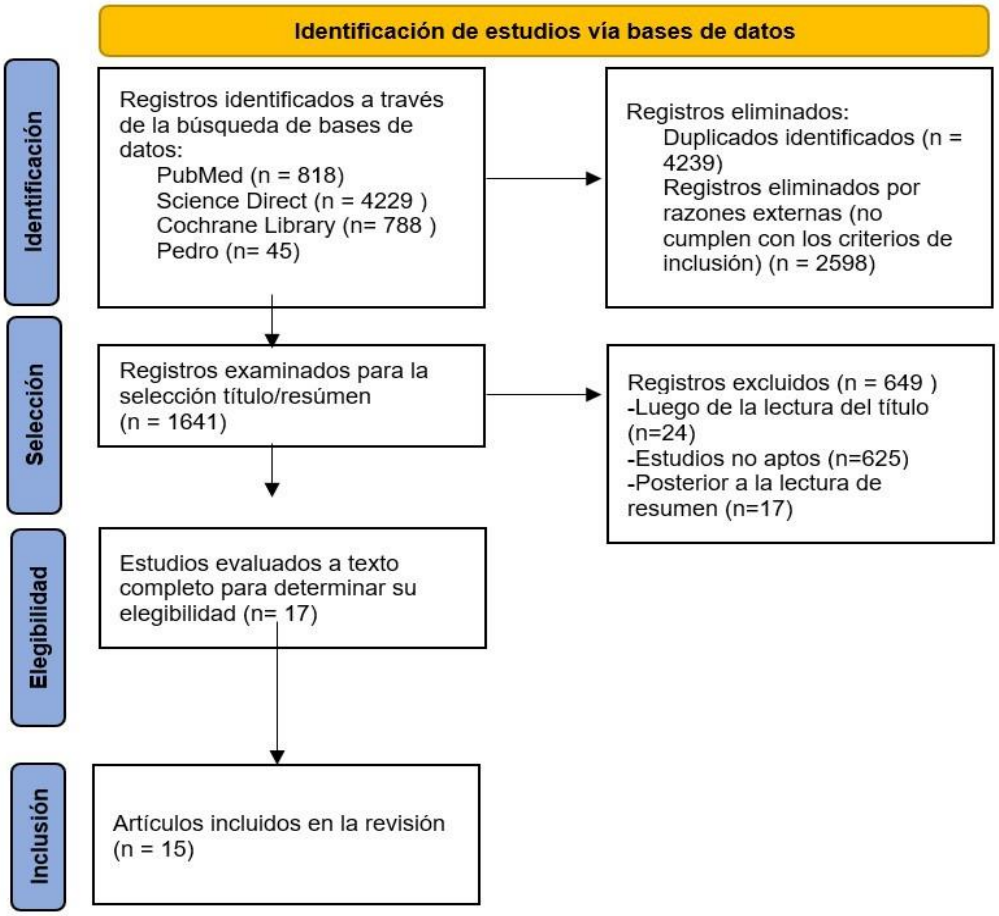


Tabla 1 Diagrama de flujo de selección de los estudios (PRISMA 2020)

2.2 Valoración de la calidad metodológica

Para valorar los estudios seleccionados se aplicó la escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro), misma que consta de 11 criterios que se enfocan en el diseño del estudio, calidad de información y validez de los resultados. De acuerdo con la calificación que estos obtengan se consideran: de mala calidad con un puntaje < 4, regular de 4 a 5, buena de 6 a 8 y excelente de 9 a 10 puntos. La evaluación de los estudios incluidos a partir de la búsqueda se resume en la Tabla 1; si el ítem cumplía el criterio se puntuaba con 1, caso contrario con 0.

3. RESULTADOS

Se incluyeron 15 artículos. Estos estudios abordaron el mismo programa de entrenamiento, pero se enfocaron en diversos deportes abarcando ejercicios como: calentamiento, estabilidad del CORE, fortalecimiento de las extremidades inferiores, agilidad y pliometría. xi

La escala PEDro fue aplicada a los 15 estudios, de los cuales 3 reflejan una excelente calidad metodológica y 12 una buena calidad metodológica, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 2 Calidad Metodológica de los estudios incluidos con la escala PEDro

Autores	Criterios											Total	Calificación
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Emery C. et all., 2022 (2)	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	9	Excelente
Zhao W. et all., 2021 (3)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Buena
Hilska M. et all., 2021 (1)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	8	Buena
Nagelli C. et all., 2021(5)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Buena
Paravlic A. et all., 2024 (6)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Buena
Stojanović E. et all., 2023 (7)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	Buena
Long K. et all., 2021(8)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Buena
Cofré-Fernández V. et all., 2023 (9)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	10	Excelente
Vähi I. et all., 2023 (10)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	Buena
Patterson B. et all., 2022 (11)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	8	Buena
Ling D. et all., 2023 (4)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6	Buena
Rahlf A., Zech A., 2020 (12)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8	Buena
Hilska M. et all., 2021 (13)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7	Buena
Hsu J. et all., 2024 (14)	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	9	Excelente
Petushek E. et all., 2021 (15)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8	Buena

Abreviaturas criterios: 1= Elegibilidad de los sujetos; 2= Asignación aleatoria; 3= Ocultamiento de la asignación; 4= Comparabilidad inicial; 5= Cegamiento de los sujetos; 6= Cegamiento de los terapeutas; 7= Cegamiento de los evaluadores; 8= Medidad de resultados >85%; 9= Análisis por intención de tratar; 10= Comparación estadística; 11= Medidas puntuales y de variabilidad.

La Tabla 2 muestra las características de las investigaciones incluidas que apliquen el programa de entrenamiento neuromuscular, enfocado en la prevención de lesiones en el ámbito deportivo. De un total de 15 artículos en todos se menciona la efectividad para la prevención de lesiones en dos articulaciones: rodilla y tobillo.

En los deportes que se ha aplicado este tipo de entrenamiento es: en el basketball donde Emery et al. (2022) mencionan que existe una reducción en las tasas de lesiones de tobillo y rodilla en un 36% en atletas jóvenes tanto en el grupo que tuvo supervisión (IRR = 0,64) como en el no supervisado (IRR= 0,62) mostrando efectos protectores similares, por otro lado, Stojanović et al. (2023) aplicó este entrenamiento en deportistas femeninas dando como resultado una disminución del índice de lesiones en tobillo (IRR= 0,26) y rodilla (IRR= 0,32).

En el futbol juvenil Hilska et al. (2021) demostró que con la aplicación del entrenamiento neuromuscular se obtuvo una reducción del 32% en lesiones agudas sin contacto en extremidades inferiores. Del mismo modo Patterson et al. (2022) en su estudio evidenció una reducción potencial de lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA). Sin embargo, Rahlf et al. (2020) no demostró que existan diferencias significativas si se aplica un programa neuromuscular de 10 minutos vs. 20 minutos.

Zhao et al. (2021) aplicó este programa en jugadores de badminton observando mejoras significativas en movimientos funcionales y equilibrio disminuyendo de este modo el riesgo a presentar lesiones en atletas de alto riesgo posterior a 8 semanas de aplicación de este entrenamiento. Long et al. (2021) evidenció mejoras en equilibrio, salto y estabilidad después de 5 semanas de aplicación del entrenamiento neuromuscular en bailarinas de ballet con efectos mantenidos a 4 meses. Cofré-Fernández et al. (2023) realizó su estudio en bailarines mostrando mejorías en el equilibrio dinámico y reducción de asimetrías.

Finalmente, el programa se realizó con atletas de secundaria (Ling et al., 2023) donde se mejoró la agilidad, aceleración y equilibrio gracias a la aplicación del entrenamiento neuromuscular, contribuyendo a la prevención de lesiones; del mismo modo otro estudio se practicó en atletas que presenten una reconstrucción de (LCA) (Nagelli et al., 2021) demostrando que este programa mejora los ángulos de flexión de rodilla durante los aterrizajes. Un último estudio incluido en esta revisión abarca el entrenamiento aplicado en cadetes de una academia militar (Vähi et a., 2023) resultando en una disminución del 20% del índice de lesiones, pero el autor menciona que no fue estadísticamente significativo.

TÍTULO	METODOLOGÍA y POBLACIÓN	RESULTADOS	APORTE
The "SHRed Injuries Basketball" Neuromuscular Training Warm-up Program Reduces Ankle and Knee Injury Rates by 36% in Youth Basketball. (2)	Diseño: Estudio cuasi experimental con dos temporadas: -Temporada 1 (control): Los equipos realizaron calentamientos estándar. -Temporada 2 (intervención): Los equipos fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: No supervisado: Solo recibieron un taller para entrenadores y material educativo. Supervisado: Adicionalmente, tuvieron seguimiento semanal por personal del estudio. Participantes: 63 equipos (502 jugadores) en la temporada 1 y 31 equipos (307 jugadores) en la temporada 2. Jugadores de baloncesto escolar y clubes en Calgary, Canadá. Intervención: Programa de calentamiento neuromuscular de 10 minutos, con 13 ejercicios (aeróbicos, agilidad, fuerza y equilibrio). Implementado al menos 3 veces por semana durante 16 semanas.	El programa redujo un 36% las lesiones combinadas de tobillo y rodilla (IRR = 0.64; IC 95%: 0.51-0.79). No hubo diferencias significativas entre los grupos no supervisado (IRR = 0.62) y supervisado (IRR = 0.64).	El programa SHRed Injuries Basketball demostró su efectividad para prevenir lesiones en tobillo y rodilla al ser realizado con o sin supervisión.
Effect of Integrative Neuromuscular Training for Injury Prevention and Sports Performance of Female Badminton Players. (3)	Participantes: 38 jugadoras de bádminton femeninas (edad: 17 ± 1.1 años) con más de 9 años de entrenamiento profesional. Divididas en dos grupos según el FMS: -Grupo de alto riesgo (HG): 22 jugadoras (puntuación FMS: 10.24 ± 1.51). -Grupo de bajo riesgo (LG): 16 jugadoras (puntuación FMS: 15.15 ± 1.41). Intervención: -Programa de INT de 8 semanas, con sesiones de 90 minutos, 4 veces por semana. Ejercicios incluidos: -Capacidad de equilibrio y coordinación (ej. equilibrio en BOSU, planchas en pelota suiza). -Entrenamiento pliométrico (ej. saltos en caja, saltos de caída). -Velocidad y agilidad (ej. sprint en zigzag, cambios de dirección). -Estabilidad del Core (ej. puentes de cadera, rotaciones con balón medicinal). -Entrenamiento de resistencia (ej. burpees, escaladores).	Mejoras en el FMS: -HG: Aumento significativo en la puntuación total del FMS ($p < 0.01$), con mejoras en movimientos como sentadilla profunda, paso de valla y estabilidad rotacional. -LG: Mejoras significativas en movimientos como elevación de pierna recta y estabilidad rotacional ($p < 0.05$). Capacidad atlética básica: -HG: Mejoras significativas en salto vertical (ES = 0.51), equilibrio dinámico (ES = 0.49), fuerza (ES = 0.52), velocidad (ES = 0.23) y agilidad (ES = 0.28). -LG: Mejoras en salto vertical y equilibrio, pero menos pronunciadas que en el HG. Prevención de lesiones: -Reducción de asimetrías y mejora en la estabilidad articular, especialmente en el HG. -No se reportaron lesiones durante el estudio.	El Entrenamiento neuromuscular integrado (INT) resultó ser efectivo para la prevención de lesiones, mejorar la asimetría e incrementar el rendimiento en jugadoras de bádminton con un beneficio mayor en las atletas pertenecientes al grupo de alto riesgo.
Neuromuscular Training Warm-up Prevents Acute Noncontact Lower Extremity Injuries in Children's Soccer: A Cluster Randomized Controlled Trial (1)	Diseño del estudio: -Ensayo controlado aleatorizado por clusters (nivel de evidencia 1). -Participantes: 1403 jugadores (280 mujeres, 1123 hombres) de 20 clubes de fútbol de élite en Finlandia, divididos en: -Grupo intervención (NMT): 673 jugadores (44 equipos). -Grupo control: 730 jugadores (48 equipos). Intervención: -Grupo intervención: Reemplazó el calentamiento estándar por un programa NMT de 20-30 minutos, 2-3 veces por semana durante 20 semanas. El NMT incluyó: -Ejercicios aeróbicos y de coordinación (ej. carreras con cambios de dirección). -Fortalecimiento de cadera, tronco y extremidades inferiores (ej. sentadillas, planchas). -Equilibrio (ej. balanceo en una pierna). -Velocidad y desaceleración (ej. saltos, carreras cortas). Grupo control: Continuó con su calentamiento habitual.	Incidencia general de lesiones: -Total de lesiones LE agudas: 656 (310 en intervención vs. 346 en control). Tasa de incidencia: -Intervención: 4.4 lesiones/1000 horas. -Control: 5.5 lesiones/1000 horas. -Diferencia no significativa (IRR ajustado: 0.82; IC 95%: 0.64-1.04). Lesiones no relacionadas con contacto: -Reducción significativa del 32% en el grupo intervención: -Intervención: 1.8 lesiones/1000 horas. -Control: 2.7 lesiones/1000 horas. -IRR ajustado: 0.68 (IC 95%: 0.51-0.93; p = 0.014). Subanálisis destacados: -Lesiones de tobillo: Reducción del 37% (IRR: 0.63; p = 0.013). -Lesiones de ligamentos/articulaciones: Reducción del 34% (IRR: 0.66; p = 0.019).	El calentamiento NMT disminuyó significativamente las lesiones agudas que no estuvieron relacionadas con contacto en deportistas de fútbol jóvenes.

Neuromuscular Training Improves Biomechanical Deficits at the Knee in Anterior Cruciate Ligament Reconstructed-Athletes(5)	Los atletas que vuelven a practicar deporte (RTS) después de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior (ACLR) presentan déficits biomecánicos y neuromusculares persistentes en la rodilla. Existe evidencia limitada sobre el efecto que tiene un programa de entrenamiento neuromuscular (NMT) en la biomecánica de la rodilla en una cohorte de atletas con ACLR. Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue cuantificar el efecto de un programa de NMT en la biomecánica de la rodilla en una cohorte de atletas con ACLR. En segundo lugar, se comparó la biomecánica de la rodilla posterior al entrenamiento entre la cohorte de atletas con ACLR y de control. Diseño: Estudio de cohorte Configuración: Entorno de laboratorio controlado Participantes: Dieciocho atletas con ACLR y diez atletas de control Intervenciones: Entrenamiento neuromuscular Principales medidas de resultados: Cinemática y cinética de la rodilla durante una tarea de salto y aterrizaje con dos extremidades.	No se observaron interacciones significativas (p>0,05) para los atletas con ACLR. Sin embargo, hubo un efecto principal significativo de la sesión de prueba biomecánica (p<0,05) para el ángulo y los momentos de flexión de la rodilla; los atletas con ACLR demostraron un mayor ángulo de flexión de la rodilla y un menor momento de flexión de la rodilla durante la sesión de prueba biomecánica posterior al entrenamiento. La comparación posterior al entrenamiento entre los atletas con ACLR y los de control no demostró interacciones significativas (p>0,05) entre los grupos. Hubo un efecto principal significativo del grupo (p<0,05) para el ángulo frontal de la rodilla, ya que los atletas con ACLR aterrizaron con mayor aducción de la rodilla que los atletas de control.	En este estudio se detalla como mejoró el ángulo de flexión de rodilla en el aterrizaje.
The effectiveness of neuromuscular training warm-up program for injury prevention in adolescent male basketball players (6)	Diseño del estudio: -Ensayo controlado aleatorizado por clusters. -Participantes: 275 jugadores de baloncesto masculino (15 ± 1.7 años) de 20 equipos eslovenos, divididos en: Grupo intervención (IG): 129 jugadores. Realizaron un calentamiento NMT de 15 minutos, 2-3 veces por semana durante 3 meses. -Ejercicios: carrera aeróbica, fortalecimiento de cadera/tronco, equilibrio (ej. balanceo en una pierna), y ejercicios pliométricos. -Los entrenadores seleccionaron ejercicios de una biblioteca en línea con 50 opciones. Grupo control (CG): 146 jugadores. Continuaron con su calentamiento habitual. Evaluaciones: -Función neuromuscular: Medida mediante tensiomiografía (TMG) para evaluar propiedades contráctiles de músculos (vasto lateral, bíceps femoral, gastrocnemio medial). -Equilibrio: Prueba Y-balance. -Lesiones: Registradas semanalmente mediante informes de entrenadores/médicos. Se consideró lesión si el jugador faltaba ≥48 horas de entrenamiento. -Adherencia: Monitoreada mediante registros de sesiones y cuestionarios a entrenadores	Función neuromuscular: Mejoras significativas en el tiempo de retraso (Td) del vasto lateral (VL) en el IG ($p = 0.024$), indicando mayor velocidad de activación muscular. El grupo control mostró aumentos no deseados en Td en varios músculos ($p < 0.05$). Equilibrio: Ambos grupos mejoraron en la prueba Y-balance, sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0.05$). Lesiones: Prevalencia de lesiones: -IG: 10.9%. -CG: 23.3% ($p = 0.007$). Tasa de incidencia: -IG: 0.91 lesiones/1000 horas. -CG: 2.15 lesiones/1000 horas. Reducción del riesgo relativo (IRR) en el IG: 2.6 veces menor (rango: 0.88–7.07 según tipo de lesión). Lesiones específicas: -Esguinces de tobillo: Reducción significativa en el IG (IRR = 2.21; $p = 0.033$). -Lesiones de rodilla: Tendencia a la reducción, pero no significativa (IRR = 0.88; $p = 0.108$). Adherencia y aceptación: Adherencia durante la intervención: 91.1%. -Mantenimiento post-estudio: 60.2% en IG; 40.7% en CG. -Aceptación: Los entrenadores valoraron positivamente el programa (4/5 puntos en escalas de satisfacción).	El programa de calentamiento NMT jugadores adolescentes de baloncesto resultó ser beneficioso para reducir significativamente el índice de esguinces de tobillo y mejoró la función neuromuscular.

A multicomponent neuromuscular warm-up program reduces lower-extremity injuries in trained basketball players: a cluster randomized controlled trial(7)	Se adoptó un diseño experimental controlado aleatorizado por conglomerados para comparar la incidencia de lesiones entre los jugadores expuestos al programa de calentamiento para la prevención de lesiones y los expuestos a un programa de calentamiento típico a lo largo de toda una temporada de baloncesto. Cuatro equipos compuestos por 57 jugadores (hombres: n = 42; mujeres: n = 15) fueron asignados al grupo de intervención (edad: 21,6 ± 2,5 años; altura: 186,2 ± 8,8 cm; masa corporal: 80,0 ± 10,4 kg) y cuatro equipos compuestos por 55 jugadores (hombres: n = 43; mujeres: n = 12) fueron asignados al grupo de control (edad: 21,6 ± 2,6 años; altura: 186,9 ± 9,1 cm; masa corporal: 81,5 ± 10,9 kg). El novedoso calentamiento combinó ejercicios de carrera con ejercicios de estiramiento activo, pliometría, equilibrio, fuerza y agilidad. El personal médico y de entrenamiento proporcionó detalles sobre la incidencia de lesiones cada semana. Los análisis de datos incluyeron el uso de análisis de regresión de Poisson y la razón de la tasa de incidencia (IRR) con intervalos de confianza (IC) del 95%.	El grupo de intervención experimentó una tasa de incidencia de esguince de tobillo significativamente menor (IRR = 0,26, IC del 95 % = 0,05, 0,98, p = 0,02) y una tendencia hacia una tasa de incidencia de lesión de rodilla menor (IRR = 0,32, IC del 95 % = 0,03, 1,78, p = 0,07) en comparación con el grupo de control. Considerando solo las lesiones de extremidades inferiores sin contacto de cualquier tipo, el grupo de intervención experimentó una tasa de incidencia significativamente menor en comparación con el grupo de control (IRR = 0,26, IC del 95 % = 0,05, 0,98, p < 0,001).	En esta investigación el programa NMT redujo en el grupo de intervención la incidencia de esguinces de tobillo.
The Impact of Dance-Specific Neuromuscular Conditioning and Injury Prevention Training on Motor Control, Stability, Balance, Function and Injury in Professional Ballet Dancers: A Mixed-Methods Quasi-Experimental Study (8)	Diseño del estudio: Un estudio de métodos mixtos; diseño cuasiexperimental dentro del sujeto y entrevistas cualitativas. Métodos: Seis bailarines profesionales de ballet clásico y contemporáneo completaron un programa de entrenamiento de acondicionamiento y prevención de lesiones de cinco semanas de duración. Se informó sobre un análisis no paramétrico de las mediciones de rendimiento físico iniciales, posteriores a la prueba y de seguimiento a los cuatro meses, los resultados subjetivos y las entrevistas de seguimiento cualitativas.	Las mejoras significativas posteriores a la prueba incluyeron: la encuesta de resultados funcionales de la danza (Z =-2,2, p = 0,04), la prueba compuesta de equilibrio de excursión en estrella modificada (Z =-2,2, p = 0,03 bilateralmente), salto con una pierna para distancia (Z = -2,02, p = 0,04) y la prueba de cadena cinética cerrada de la extremidad superior (Z =-2,03, p = 0,04). Los cambios significativos desde el inicio hasta el seguimiento de cuatro meses se mantuvieron para: (1) la encuesta de resultados funcionales de la danza (Z =-2,2, p = 0,03), (2) salto con una pierna para distancia (Z =-2,2, p = 0,03) y (3) la prueba compuesta de equilibrio de excursión en estrella modificada para el alcance máximo de la extremidad inferior izquierda (Z =-2,2, p = 0,03).	Se mejoró significativamente el equilibrio dinámico en las participantes lo que conllevó a reducir el riesgo a presentar lesiones.
Effects of a specific injury prevention neuromuscular training program for young female dancers. A randomized-controlled trial (9)	Para evaluar los efectos de un programa específico de entrenamiento neuromuscular (IPP) para la prevención de lesiones sobre el equilibrio y la asimetría de las extremidades inferiores en bailarinas de competición (edad 12-20 años; altura 1,57 ± 0,06 m; peso 24,27 ± 2,79 kg) que fueron asignadas aleatoriamente a un grupo de control general activo (GIPP, n = 7) y a un grupo específico (SIPP, n = 7). Ambos programas se llevaron a cabo durante 6 semanas, con una frecuencia de tres sesiones por semana. El equilibrio dinámico y la asimetría de las extremidades inferiores se evaluaron antes y después de la intervención.	Una mayor mejoría en el equilibrio total de la pierna derecha (86,6[84,0-90,5] frente a 93,8[86,7-99,4]; p = 0,035), el equilibrio total de la pierna izquierda (87,8[81,0-89,1] frente a 93,6[90,6-100,0]; p = 0,013), el equilibrio anterior de la pierna izquierda (71,9[69,1-72,2] frente a 74,6[72,0-77,3]; p = 0,041), el equilibrio posteromedial de la pierna izquierda (80,5[72,9-83,3] frente a 85,9[83,0-94,0]; p = 0,048) y el equilibrio posterolateral de la pierna izquierda (79,5[70,4-84,5] frente a 85,0[80,0-88,5]; p = 0,048) en el grupo SIPP en comparación con el grupo GIPP. No se observaron otros cambios significativos dentro del grupo ni diferencias entre grupos. Por lo tanto, en comparación con un GIPP, un SIPP indujo mayores mejoras en el equilibrio dinámico de las extremidades inferiores en bailarinas, lo que potencialmente llevó a una mayor reducción del riesgo de lesiones en las extremidades inferiores.	Las participantes de este estudio experimentaron una mejoría en el equilibrio dinámico conllevando a la disminución de lesiones en la extremidad inferior.
Musculoskeletal Injury Risk in a Military Cadet Population Participating in an Injury-Prevention Program(10)	Treinta y seis cadetes de la Academia Militar de Estonia fueron asignados aleatoriamente a un grupo de intervención o de control. El grupo de intervención siguió un programa de calentamiento para la prevención de lesiones basado en ejercicios neuromusculares, tres veces por semana durante 6 meses. El grupo de control continuó con el calentamiento habitual. La principal medida de resultados fue la incidencia de lesiones durante el período de estudio. Además, se incluyó la evaluación de la fuerza isocinética de las extremidades inferiores, el balanceo postural, la aptitud física y el estado psicosocial antes y después de la intervención.	Durante el período de estudio de 6 meses, la incidencia de lesiones musculoesqueléticas fue del 43% en el grupo de intervención y del 54% en el grupo control (RR = 0,8; IC del 95% = 0,41 a 1,99). La reducción del riesgo del 20% observada no fue estadísticamente significativa (p = 0,59). Además, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de intervención y el grupo control en las medidas de rendimiento motor o estado psicosocial.	El riesgo a presentar lesiones se redujo en un 20% posterior a la aplicación del programa NMT, sin embargo, el autor menciona que estos datos no son estadísticamente significativos.

Evaluation of an injury prevention programme (Prep-to-Play) in women and girls playing Australian Football: design of a pragmatic, type III, hybrid implementation-effectiveness, stepped-wedge, cluster randomised controlled trial(11)	Este ensayo controlado aleatorizado por grupos, en cuña escalonada, incluirá ≥140 equipos de competiciones femeninas sub-16, sub-18 o sénior. Los 10 grupos separados geográficamente (cada uno con ≥14 equipos) comenzarán en la fase de control (sin apoyo) y se asignarán aleatoriamente a una de cinco fechas (o "cuñas") durante la temporada 2021 o 2022 para realizar una transición secuencial a la intervención (preparación para jugar con apoyo), hasta que todos los equipos reciban la intervención. La preparación para jugar incluye cuatro elementos: un calentamiento de entrenamiento neuromuscular, habilidades de fútbol centradas en el contacto (p. ej., placajes), ejercicios de fuerza y educación (p. ej., indicaciones técnicas). Al realizar la transición a intervenciones con apoyo, los fisioterapeutas del estudio impartirán un taller a los entrenadores y líderes de los jugadores sobre cómo utilizar la preparación para jugar, asistirán al entrenamiento del equipo al menos dos veces y brindarán apoyo continuo. En la fase sin apoyo, el equipo continuará con las rutinas habituales y podrá acceder libremente a los recursos de preparación para el juego disponibles en línea (por ejemplo, carteles y videos sobre los cuatro elementos), pero sin apoyo presencial adicional.	Los resultados se evaluarán a lo largo de las temporadas 2021 y 2022 (~14 semanas por temporada). Resultado primario: el uso de la preparación para el juego se informará a través de un designado del equipo (semanalmente) y un observador independiente (cinco visitas durante las dos temporadas) y se definirá como el equipo que complete el 75% del programa, dos tercios (67%) del tiempo. Resultados secundarios: las lesiones serán informadas por el entrenador deportivo del equipo y/o los jugadores. Definición de lesión: cualquier lesión que ocurra durante un partido de fútbol o entrenamiento que resulte en: (1) no poder regresar al campo de juego para ese partido o (2) perderse ≥ un partido. Los resultados en las fases con apoyo y sin apoyo se compararán utilizando un modelo mixto lineal generalizado que se ajusta por agrupamiento y tiempo. Debido al diseño híbrido de implementación-efectividad tipo III, el estudio está diseñado para detectar una mejora en el uso de Prep-to-Play y una reducción en las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA).	En este estudio el programa Prep to Play demuestra su efectividad para disminuir el riesgo a presentar lesiones en el ligamento cruzado anterior (LCA)
A Controlled Trial of the Effects of Neuromuscular Training on Physical Performance in Male and Female High School Athletes(4)	Diseño del estudio: Estudio de cohorte prospectivo. Nivel de evidencia: Nivel 2. Métodos: Participaron ocho equipos de escuelas secundarias (111 atletas, 53 % varones, edad media de 16 años), y la mitad de ellos realizaron NMT. El rendimiento físico se midió utilizando el sistema dorsaVi ViPerform, un sistema de sensores inalámbricos aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. La agilidad se evaluó utilizando una prueba cronometrada de 3 conos. Se utilizaron pruebas t de muestras independientes para comparar las diferencias entre los grupos de intervención y de control.	Se recogieron datos emparejados de pretemporada y postemporada de 74 atletas después de excluir a los atletas con lesiones y a los que se perdieron durante el seguimiento. Se observaron mejoras significativas en el grupo NMT para las relaciones de velocidad de carga/aterrizaje durante una prueba de salto con una sola pierna (extremidad inferior derecha =-0,19 [-0,37, 0,03], P = 0,03 y extremidad inferior izquierda =-0,27 [-0,50,-0,03], P = 0,03). El grupo de control tuvo fuerzas de reacción en el suelo inferiores en comparación con el grupo NMT (P < 0,02), mientras que se encontraron mejoras significativas en el grupo NMT para la aceleración máxima inicial (P < 0,02) y la cadencia (P = 0,01) durante una prueba de aceleración/desaceleración en línea recta. En la prueba de agilidad de tres conos, el tiempo de postemporada disminuyó en comparación con la pretemporada en el grupo NMT, mientras que el tiempo para el grupo de control aumentó (-0,37 s frente a 0,14 s, P < 0,00).	Los atletas a los que se les aplicó el NMT mejoraron la agilidad, aceleración y el equilibrio
Comparison of 10 vs. 20 min neuromuscular training for the prevention of lower extremity injuries in male youth football: A cluster randomised controlled trial (12)	El objetivo de este estudio fue comparar los efectos de un entrenamiento neuromuscular de 20 minutos con un programa de 10 minutos en jugadores de fútbol jóvenes. Se incluyeron 342 (15,4 ± 1,7 años) jugadores de fútbol masculino de 18 equipos, y se aleatorizaron por grupo por equipo en dos grupos de intervención. Ambos grupos realizaron un programa de prevención de lesiones dos veces por semana durante cinco meses utilizando los mismos ejercicios pero con diferente duración. El primer grupo de intervención (INT10, n = 175) realizó el programa durante 10 minutos, el segundo grupo de intervención (INT20, n = 167) durante 20 minutos.	Los resultados primarios fueron las lesiones de las extremidades inferiores (EEI). Los resultados secundarios fueron el tipo de lesión, la gravedad, el mecanismo y el cumplimiento de la intervención. Se incluyeron 13 equipos con 185 jugadores para el análisis final. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos INT10 (6,37 por 1000 h) e INT20 (7,20 por 1000 h) en la razón de tasas de incidencia de las extremidades inferiores (IRR = 1,03, intervalo de confianza del 95% 0,59, 1,79), ni en la distribución de la ubicación, tipo, gravedad o mecanismo de la lesión. Los resultados muestran que realizar ejercicios preventivos durante 10 minutos no es menos efectivo que 20 minutos en jugadores de fútbol jóvenes.	En este estudio no mostró una diferencia significativa si se aplica el programa solo por 10 o 20 minutos. Por lo tanto, se pueden utilizar sesiones de entrenamiento más cortas de manera efectiva para la prevención de lesiones.

Adherence to an Injury Prevention Warm-Up Program in Children's Soccer-A Secondary Analysis of a Randomized Controlled Trial (13)	Este estudio examinó el impacto de la alta adherencia a un calentamiento de entrenamiento neuromuscular (NMT) en el riesgo de lesiones de las extremidades inferiores (LE) en el fútbol infantil. Veinte clubes juveniles U11-U14 (n = 92 equipos, 1409 jugadores) fueron aleatorizados en grupos de intervención (n = 44 equipos) y control (n = 48 equipos). Al grupo de intervención se le recomendó realizar un calentamiento NMT 2 a 3 veces por semana durante 20 semanas. La adherencia del equipo, las lesiones y la exposición se registraron durante todo el seguimiento. Los resultados primarios fueron la incidencia de lesiones LE agudas relacionadas con el fútbol y la prevalencia de lesiones LE por uso excesivo.	Los equipos de intervención realizaron una media de 1,7 (DE 1,0) calentamientos NMT semanales durante el seguimiento. La tendencia estacional de la adherencia disminuyó significativamente en un-1,9% (IC del 95%:-0,8% a-3,1%) por semana. No hubo diferencias en la incidencia de lesiones agudas ni en la prevalencia de lesiones de LE por uso excesivo en el grupo de alta adherencia del equipo (n = 17 equipos) en comparación con los controles. Sin embargo, el riesgo de lesiones de LE agudas sin contacto fue un 31% menor en el grupo de alta adherencia del equipo en comparación con los controles (IRR 0,69; IC del 95%: 0,49 a 0,97). En un análisis de eficacia (n = 7 equipos), hubo una reducción significativa del 47% en la tasa de lesiones de LE sin contacto (IRR 0,53; IC del 95%: 0,29 a 0,97).	Los equipos realizaron sesiones de calentamiento NMT regularmente, pero con una tendencia a la baja, es por esto que existe un mayor efecto protector en los equipos con mayor adherencia al calentamiento NMT.
Independent data collectors decrease bias in the measurement of adherence to anterior cruciate ligament injury prevention programs(14)	En un ensayo controlado aleatorio por grupos previo que evaluaba la adherencia al entrenamiento NMT, se inscribieron doce equipos deportivos de niños y nueve niñas de escuelas secundarias en una variedad de deportes. Se contrataron ocho recopiladores de datos (no afiliados al programa NMT) específicamente para registrar la adherencia de los atletas a los ejercicios NMT en los calentamientos de cada equipo 2 a 3 veces por semana, antes de las prácticas y los juegos. Además de los recopiladores de datos, un grupo de control de observadores independientes realizó visitas durante toda la temporada para registrar también la adherencia (solo para el propósito de este estudio, junto con los recopiladores de datos y de la misma manera) para evaluar el desempeño de los recopiladores de datos y determinar la confiabilidad interobservador. La confiabilidad interobservador entre recopiladores de datos y observadores independientes se midió utilizando la estadística Kappa .	Los recopiladores de datos observaron un total de 399 calentamientos para prácticas o partidos para obtener datos de adherencia. Los observadores independientes también midieron la adherencia en 58 prácticas o partidos para la confiabilidad entre observadores. Se analizaron las instrucciones de ejercicios y las señales de alineación para 29 ejercicios diferentes. Los valores Kappa variaron de 0,63 a 1,0, lo que indica una concordancia sustancial a perfecta. Los valores Kappa generales de 0,89 y 0,90 para las instrucciones de ejercicios y las señales de alineación, respectivamente, indicaron una concordancia casi perfecta.	La adherencia a un programa de entrenamiento NMT en deportistas depende del tiempo que se lleva practicando o implementando este nuevo protocolo.
The Effect of a Brief, Web-Based Animated Video for Improving Comprehension and Implementation Feasibility for Reducing Anterior Cruciate Ligament Injury: A Three-Arm Randomized Controlled Trial(15)	Se ha demostrado que el entrenamiento para la prevención de lesiones neuromusculares (IPT) reduce el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) en aproximadamente un 50%, pero la tasa de implementación es baja. Una de las barreras modificables más importantes para la implementación es la comprensión de los entrenadores sobre los riesgos y las estrategias de intervención. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de un breve video animado basado en la web sobre la comprensión de la prevención de lesiones del LCA y la viabilidad de la implementación del IPT.	Se reclutaron entrenadores en deportes de aterrizaje y corte y se los asignó aleatoriamente a tres grupos. (1) Intervención: breve video animado multimedia sobre la lesión del LCA y su prevención. (2) Control activo: recurso web basado en texto de acceso común sobre la lesión del LCA y su prevención. (3) Control con placebo: breve video multimedia sobre conmociones cerebrales. La comprensión general del LCA (compuesta por el conocimiento básico del LCA, el conocimiento del riesgo, el conocimiento de la prevención y el conocimiento de la gravedad) así como la viabilidad de la implementación se midieron antes e inmediatamente después de las intervenciones. La comprensión general del ACL mejoró más en el grupo de videos animados (d de Cohen = 0,86) y, en menor grado, en el grupo de artículos web de control activo (d de Cohen = 0,39). Tanto los grupos de videos como los de artículos web tuvieron una mayor viabilidad de implementación en comparación con el grupo de control (p = 0,01). En general, estos resultados iniciales sugieren que un video animado breve basado en la web tiene el potencial de ser un método superior para informar a las partes interesadas con el fin de reducir las lesiones traumáticas en el deporte.	En este artículo se evidencia que el implementar un vídeo animado permite una correcta comprensión además de que el programa de entrenamiento neuromuscular NMT reduce en un 50% el riesgo a presentar lesiones en el LCA.

Tabla 3Artículos seleccionados

4. DISCUSIÓN

Los hallazgos principales de esta revisión sistemática evidencian la efectividad del entrenamiento neuromuscular y su contribución significativa en la prevención de lesiones de miembro inferior especialmente en articulaciones como la rodilla y tobillo en deportistas de diferentes edades y diversos ámbitos deportivos, abarcando ejercicios como agilidad, fuerza, equilibrio, pliometría y activación del CORE. Estos resultados respaldan la hipótesis de que el entrenamiento neuromuscular (NMT) mejora factores biomecánicos fundamentales como el control motor, estabilidad articular y propiocepción, disminuyendo de este modo el riesgo de lesionarse durante la realización de movimientos explosivos o cambios bruscos de dirección.

Una clara muestra de los efectos obtenidos con la aplicación del NMT se pueden probar en el programa ‘’SHRed Injuries Basketball’’ (Emery et al., 2022) donde se demostró una reducción significativa del 36% de lesiones de tobillo y rodilla, tanto en grupos supervisados como en los que no lo fueron, lo que sugiere que la adherencia de los deportistas al programa es un factor determinante para obtener resultados beneficiosos. Por otra parte, en el fútbol juvenil, se disminuyeron las lesiones agudas sin contacto en un 32% (Hilska et al., 2021) recalcando su utilidad en deportes de alta demanda física. En el bádminton, se evidenció una mejora del equilibrio y movilidad funcional, además de una menor presencia de lesiones en deportistas de alto riesgo (Zhao et al, 2023) Cada uno de estos resultados enfatizan en la versatilidad del NMT para adaptarse a las necesidades de cada disciplina deportiva.

Los estudios enfocados en atletas con reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA) revelan que al aplicar este programa existe una mejora de los ángulos de flexión de rodilla durante aterrizajes, aunque no eliminó por completo los déficits biomecánicos (Nagelli et al, 2021). Asimismo, en bailarines (Cofré et al., 2023), informaron una reducción de asimetrías y mejora en el equilibrio dinámico, mismo que se puede traducir como una menor incidencia de lesiones por sobreuso de la articulación. Estos dos enfoques resaltan la importancia de implementar el NMT en programas de rehabilitación como en programas preventivos.

Un resultado relevante fue el estudio realizado por Rahlf et al. (2020) donde demostraron que programas cortos de 10 minutos fueron tan efectivos como sesiones de 20 minutos en la prevención de lesiones, esto tiene implicaciones prácticas, facilitando la implementación del NMT en entornos con limitaciones de tiempo; sin embargo, la incorporación de este a los entrenamientos diarios sigue siendo un desafío, como lo describió Hilska et al. (2021) donde la efectividad de este programa estuvo relacionado directamente con la frecuencia de su aplicación.

A pesar de que existieron hallazgos positivos, se hallan diversas limitaciones que se deben considerar. En primer lugar, los estudios evaluados tienen diseños y poblaciones distintas lo que dificulta la generalización de los resultados. Segundo, los protocolos aplicados no fueron estandarizados, es decir, pueden afectar la comparabilidad entre estudios. Finalmente, se necesitan más investigaciones para valorar el impacto a largo plazo del NMT y su costo-efectividad en diversos ámbitos deportivos.

5. CONCLUSIONES

El entrenamiento neuromuscular que incluye ejercicios de fuerza, equilibrio, coordinación y propiocepción son las herramientas más accesibles y efectivas para reducir la incidencia de lesiones deportivas que comprendan cambios bruscos de dirección y movimientos explosivos, pero su efectividad depende de una correcta dosificación, progresión y adaptación a las necesidades individuales del deportista. La prevención de esguinces de tobillo, lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA) y la mejora biomecánica del deportista se reducen significativamente al emplear el entrenamiento neuromuscular en deportes como fútbol, baloncesto y bádminton. Para maximizar la efectividad del entrenamiento neuromuscular es fundamental que se complemente con un correcto calentamiento y enfriamiento.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cofré-Fernández V, Burgos-Estrada N, Meneses-Hermosilla V, Ramirez-Campillo R, Keogh JW, Gajardo-Burgos R. (2023). Effects of a specific injury prevention neuromuscular training program for young female dancers. A randomized- controlled trial. Research in Sports Medicine; 31(2):90–100.
- Emery CA, et al. (2022). The “SHRed Injuries Basketball” Neuromuscular Training Warm-up Program Reduces Ankle and Knee Injury Rates by 36% in Youth Basketball. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 52(1):40–8.
- Hilska M, et al. (2021). Neuromuscular Training Warm-up Prevents Acute Noncontact Lower Extremity Injuries in Children’s Soccer: A Cluster Randomized Controlled Trial. Orthop J Sports Med., 9(4).
- Hilska M, et al. (2021). Adherence to an injury prevention warm-up program in children’s soccer—a secondary analysis of a randomized controlled trial. Int J Environ Res Public Health, 18(24).
- Hsu J, et al. (2024). Independent data collectors decrease bias in the measurement of adherence to anterior cruciate ligament injury prevention programs. Journal of ISAKOS; 9(3):309–13.
- Ling DI, et al. (2023). A Controlled Trial of the Effects of Neuromuscular Training on Physical Performance in Male and Female High School Athletes. Sports Health.;15(3):386–96.

- Long KL, Milidonis MK, Wildermuth VL, Kruse AN, Parham UT. (2021). The impact of dance-specific neuromuscular conditioning and injury prevention training on motor control, stability, balance, function and injury in professional ballet dancers: A mixed-methods quasi-experimental study. Int J Sports Phys Ther.;16(2).
- Nagelli C V., Wordeman SC, Di Stasi S, Hoffman J, Marulli T, Hewett TE. (2021). Neuromuscular Training Improves Biomechanical Deficits at the Knee in Anterior Cruciate Ligament-Reconstructed Athletes. Clinical Journal of Sport Medicine.; 31(2):113–9.
- Paravlic AH, et al. (2024). The effectiveness of neuromuscular training warm-up program for injury prevention in adolescent male basketball players. J Sports Sci. 2024;
- Patterson BE, et al. (2022). Evaluation of an injury prevention programme (Prep-to-Play) in women and girls playing Australian Football: design of a pragmatic, type III, hybrid implementation-effectiveness, stepped-wedge, cluster randomised controlled trial. BMJ Open. 2022 Sep 14;12(9).
- Petushek EJ, Mørtvedt AI, Nelson BL, Hamati MC. (2021). The effect of a brief, web-based animated video for improving comprehension and implementation feasibility for reducing anterior cruciate ligament injury: A three-arm randomized controlled trial. Int J Environ Res Public Health.; 18(17).
- Rahlf AL, Zech A. (2020). Comparison of 10 vs. 20 min neuromuscular training for the prevention of lower extremity injuries in male youth football: A cluster randomised controlled trial. J Sports Sci.; 38(19):2177–85.
- Stojanović E, Terrence Scanlan A, Radovanović D, Jakovljević V, Faude O. (2023). A multicomponent neuromuscular warm-up program reduces lower-extremity injuries in trained basketball players: a cluster randomized controlled trial. Physician and Sportsmedicine; 51(5):463–71.
- Vähi I, Rips L, Varblane A, Pääsuke M. (2023). Musculoskeletal Injury Risk in a Military Cadet Population Participating in an Injury-Prevention Program. Medicina (Lithuania); 59(2).
- Zhao W, Wang C, Bi Y, Chen L. (2021). Effect of Integrative Neuromuscular Training for Injury Prevention and Sports Performance of Female Badminton Players. Biomed Res Int.