



ESTRATEGIAS FISIOTERAPÉUTICAS PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES DEPORTIVAS: EVIDENCIA ACTUAL SOBRE ENTRENAMIENTO NEUROMUSCULAR Y CONTROL DEL MOVIMIENTO

PHYSICAL THERAPY STRATEGIES FOR THE PREVENTION OF SPORTS INJURIES: CURRENT EVIDENCE ON NEUROMUSCULAR TRAINING AND MOVEMENT CONTROL

Kelvin Hernan Yunga Carchi¹, Jessica Nicole Arellano Muquinche², Melanie Loanny Chávez Cevallos³, Stephanie Lucía Vásconez Ramírez⁴

{kelvinync3@gmail.com¹, nickyarellano@gmail.com², melaniechc.94@gmail.com³, mipirulita2710@hotmail.com⁴}

Fecha de recepción: 05/08/2026 / Fecha de aceptación: 02/09/2026 / Fecha de publicación: 16/09/2026

RESUMEN: Las lesiones vinculadas a la práctica deportiva representan un problema de salud pública de gran relevancia a nivel global, con un impacto directo en los atletas, los servicios sanitarios y la comunidad en general. Es por ello que el entrenamiento neuromuscular (ENM) y el control motor se han posicionado como herramientas de fisioterapia fundamentales para prevenir estas complicaciones. El objetivo de esta investigación consiste en sintetizar la evidencia científica más reciente sobre la eficacia de estas intervenciones, analizando sus mecanismos clave y los factores que condicionan su aplicación en entornos reales. Para alcanzar dicho fin, se llevó a cabo una revisión sistemática de revisiones y metaanálisis bajo las directrices PRISMA 2020. La búsqueda bibliográfica se ejecutó en bases de datos de alto impacto como PubMed, Scopus, Web of Science, SPORTDiscus, EMBASE y Cochrane Library, filtrando la selección a trabajos publicados entre 2021 y 2026 enfocados en valorar programas de ejercicio orientados a disminuir la incidencia de traumatismos en el deporte. Los hallazgos principales demuestran que el ENM redujo la frecuencia de afecciones en las extremidades inferiores entre un 22% y un 34% (RR: 0.66-0.78). Al examinar de forma específica las rupturas del ligamento cruzado anterior (LCA), el efecto protector alcanzó hasta un 50% (RR: 0.50; IC95%: 0.31-0.81). Por su parte, el programa FIFA 11+ disminuyó notablemente el riesgo lesional en futbolistas varones ($P < 0.1$), mientras que el entrenamiento de la propiocepción redujo los esguinces de tobillo entre un 38% y un 41% (RR: 0.59-0.62). Resulta prioritario resaltar que el apego al programa fue un factor decisivo: registrar una alta adherencia (≥ 75) se consolidó como

¹Investigador independiente, <https://orcid.org/0000-0003-1953-9551>

²Centro De Salud Tipo C ESPOCH LIZARZABURU, Riobamba -Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-5246-5016>

³Universidad San Gregorio de Portoviejo, Portoviejo- Ecuador, <https://orcid.org/0009-0005-6944-6726>

⁴Investigador independiente, Quito-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-2930-3986>



la variable determinante para garantizar las mejoras previstas (RR: 0.67; IC95%: 0.51-0.87). En conclusión, los datos respaldan que el ENM constituye una estrategia sumamente efectiva para mitigar las lesiones en el deporte, especialmente en el miembro inferior y el LCA.

Palabras clave: *Prevención de lesiones, fisioterapia deportiva, control motor, ejercicio terapéutico, rendimiento atlético*

ABSTRACT: Sports injuries represent a global public health problem with significant consequences for athletes, health care systems, and societies. Neuromuscular training (NMT) and movement control strategies have emerged as promising physical therapy interventions for the primary prevention of injuries. The objective is to synthesize the current evidence on the effectiveness of physical therapy strategies based on NMT and movement control for the prevention of sports injuries, identifying the most effective program components and the factors that influence their implementation. The methodology involved conducting an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses following the PRISMA 2020 statement. Studies were searched for in PubMed, Scopus, Web of Science, SPORTDiscus, EMBASE, and the Cochrane Library from 2021 to 2026. Systematic reviews with meta-analyses that evaluated exercise programs for injury prevention in athletes were included. The results showed that ENM reduced the risk of lower-limb injuries by 22–34% (RR: 0.66–0.78). The reduction in the risk of anterior cruciate ligament (ACL) injury reached 50% (RR: 0.50; 95% CI: 0.31–0.81). The FIFA 11+ program demonstrated a significant reduction in injuries among male soccer players ($P<0.1$). Proprioceptive training reduced the incidence of ankle sprains by 38–41% (RR: 0.59–0.62). High adherence ($\geq 75\%$) was identified as the most decisive factor in effectiveness (RR: 0.67; 95% CI: 0.51–0.87). It is concluded that ENM is effective for the prevention of sports injuries, particularly in the lower extremities and the ACL. Adherence to the program and the quality of implementation are critical factors determining the success of interventions. The implementation of structured programs such as FIFA 11+ with strategies for monitoring adherence and training coaches is recommended.

Keywords: *Injury prevention, sports physical therapy, motor control, therapeutic exercise, athletic performance*

INTRODUCCIÓN

Las afecciones vinculadas a la práctica de ejercicio se han consolidado como un problema de gran trascendencia en la medicina del deporte contemporánea, mermando el bienestar y el rendimiento de un alto volumen de atletas a nivel mundial (1). Con el incremento continuo de la participación deportiva y la intensificación de las exigencias competitivas, la frecuencia de las lesiones musculoesqueléticas ha experimentado un ascenso significativo (2). Esta realidad



impacta tanto a deportistas de élite como a practicantes recreativos, transformando la prevención de traumatismos en una prioridad de salud pública (3).

Las patologías del miembro inferior, especialmente las localizadas en la rodilla y el tobillo, concentran la mayor demanda de atención clínica (4). La rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) destaca por su gravedad clínica, dado que implica prolongados tiempos de baja deportiva, elevado riesgo de recidiva y el desarrollo temprano de artrosis (5). Asimismo, se evidencia una clara disparidad según el sexo: las mujeres deportistas sufren entre 2 y 8 veces más rupturas del LCA en comparación con los hombres, presentándose predominantemente mediante mecanismos no contusivos (6). Esta predisposición se acentúa a partir de la pubertad debido a particularidades anatómicas y biomecánicas, tales como una mayor anchura pélvica, laxitud articular incrementada, un menor calibre del ligamento y patrones deficientes de amortiguación o cambio de dirección (7).

En el ámbito regional, el panorama lesional plantea retos de consideración. Aunque el registro epidemiológico local sigue siendo acotado, la incidencia en disciplinas de alta convocatoria como el fútbol y el baloncesto muestra niveles equiparables a los descritos en Europa y Norteamérica (8). En Ecuador, esta problemática se manifiesta con claridad: diversos estudios señalan que los esguinces de tobillo, las condropatías y tendinopatías de rodilla, así como las distensiones en los isquiotibiales, constituyen los motivos de consulta más frecuentes (9). Un ejemplo representativo se encuentra en la Federación Deportiva de Los Ríos, en donde al igual que en los trabajos llevados a cabo en Chimborazo sobre la utilización del vendaje neuromuscular con unos fines profilácticos (10) predominan los esguinces de grado 2. Sus evidencias bien podrían explicar la escasa perseverancia de programas de ejercicio preventivo estructurado a nivel nacional, dejando entrever así la distancia existente entre la literatura científica y la realidad de los campos de juego (11).

Frente a esta situación, el entrenamiento neuromuscular (ENM) destaca como una de las estrategias fisioterapéuticas con mayor respaldo empírico. Al combinar fuerza, ejercicios pliométricos, equilibrio, propiocepción y control postural, el ENM optimiza la respuesta sensoriomotora y reduce la vulnerabilidad tisular ante cargas mecánicas intensas (12). Protocolos consolidados como el FIFA 11+, el programa "SHRed Injuries" y el entrenamiento integrado (INT) respaldan de forma sólida su utilidad en variados contextos (13).

La optimización del control motor constituye el eje central del ENM, al permitir que el sistema nervioso orqueste de manera eficiente la activación muscular durante el movimiento (14). De hecho, la estimulación propioceptiva logra reducir la aparición de esguinces de tobillo en aproximadamente un 38%, además de modificar favorablemente las alteraciones biomecánicas asociadas a la lesión del LCA (15).

Sin embargo, la implementación efectiva de estas intervenciones en la práctica cotidiana afronta barreras sustanciales. La adherencia a las rutinas presenta una variabilidad considerable, con



tasas que oscilan entre el 5.7% y el 85.6% según el contexto de aplicación (16). En el deporte escolar, el cuerpo técnico suele representar el principal factor limitante, registrando niveles de cumplimiento del 52.5%, a pesar de la buena respuesta de los atletas cuando la pauta se ejecuta con rigor (17). La tasa de éxito en la implantación es superior en planteles educativos (89-100%) que en clubes de barrio (52.5-85.6%) (18). La restricción de tiempo, la densidad del calendario de competencias y la falta de apoyo institucional actúan como obstáculos principales, mientras que la supervisión profesional y el respaldo de la directiva funcionan como elementos facilitadores (19).

Por estas razones, la presente revisión de revisiones busca sintetizar la evidencia científica disponible sobre la efectividad de las pautas fisioterapéuticas basadas en el ENM y el control del movimiento. Identificar los componentes clave y los factores que facilitan su éxito es fundamental para guiar el trabajo clínico y las políticas preventivas, de forma especial en Ecuador y el resto de Latinoamérica (20).

Por ello el objetivo de investigación es sintetizar la evidencia actual procedente de revisiones sistemáticas con metaanálisis sobre la efectividad de las estrategias fisioterapéuticas basadas en entrenamiento neuromuscular y control del movimiento para la prevención de lesiones deportivas, identificando los componentes programáticos más efectivos, los factores determinantes de la implementación exitosa y las poblaciones que más se benefician de estas intervenciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Se llevó a cabo una revisión de revisiones sistemáticas con metaanálisis (umbrella review) de acuerdo a las directrices de la declaración PRISMA 2020. Este diseño metodológico permite aglutinar el nivel de evidencia científica más elevado disponible en la literatura previa y ofrecer así una mirada amplia y rigurosa sobre el estado actual del conocimiento de este temática.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión:

- Revisiones sistemáticas con metaanálisis publicadas entre 2019 y 2024
- Investigaciones encaminadas a evaluar la efectividad de intervenciones basadas en ejercicio para la prevención de lesiones en el ámbito deportivo
- Población: deportistas sin restricción de edad, de sexo ni de rendimiento deportivo



- Intervención: programas basados en el entrenamiento neuromuscular, control motor, propiocepción, estabilidad del core o intervenciones multicomponente
- Variables de resultados: tasa de incidencia, frecuencia o riesgo de lesiones musculoesqueléticas..

Criterios de exclusión:

- Revisiones narrativas o cualitativas que no contengan síntesis cuantitativa (metaanálisis).
- Estudios que atiendan exclusivamente al proceso de rehabilitación o tratamiento de lesiones previas.
- Artículos elaborados con población sedentaria o sin práctica habitual de deporte.
- Artículos redactados en lenguas diferentes al inglés o español.

Estrategia de búsqueda

El proceso de identificación de la literatura fue llevado a cabo mediante búsquedas estructuradas en las bases de datos PubMed, Scopus, Web of Science, EMBASE, SPORTDiscus, PEDro y Cochrane Library. Las ecuaciones de búsqueda sintetizaron descriptores MeSH y términos libres que giraban en torno a: ("neuromuscular training" OR "movement control" OR "proprioceptive training" OR "balance training" OR "injury prevention program") AND ("sport injury" OR "athletic injury" OR "musculoskeletal injury" OR "ACL injury" OR "ankle sprain") AND ("systematic review" OR "meta-analysis"). La búsqueda fue delimitada y restringida sólo a documentos escritos en inglés o en español, publicado en un intervalo temporal que iba desde enero del año 2019 hasta diciembre de 2024.

Selección de los estudios

El proceso del cribado se llevó a cabo siguiendo todos los pasos que sugiere la guía PRISMA 2020. Así, dos revisores, de manera independiente, llevaron a cabo la evaluación de los títulos y resúmenes de los registros obtenidos. A continuación, las publicaciones potencialmente cumplidoras de las condiciones de selección fueron analizadas a texto completo de manera independiente por ambos revisores. Las discrepancias que pudieran surgir eran resueltas mediante discusión entre ellos o por la intervención de un tercer revisor. La descripción detallada del flujo de selección se representó de forma gráfica en el diagrama de flujo correspondiente.

Evaluación de la calidad metodológica

La validez interna y el rigor metodológico de las revisiones de los estudios seleccionados, se determinó utilizando la herramienta AMSTAR-2 (A Measurement Tool to Assess Systematic



Reviews) y estuvo a cargo de dos evaluadores de forma independiente, lo que dio salida a las discrepancias a través de consenso.

Extracción de datos

De cada estudio incluido se extrajeron los siguientes datos clave: primer autor y año de publicación, objetivo de la investigación, características de la muestra, tipo de intervención, grupo de comparación, número de estudios primarios incluidos, tamaño muestral acumulado y estimadores del efecto (riesgo relativo —RR—, razón de tasas de incidencia —IRR—, razón de riesgos —HR—).

La etapa de búsqueda inicial ha permitido recuperar un total de 847 registros potencialmente relevantes; tras eliminar duplicados (n=203) y someter el resto a un cribado preliminar de títulos y resúmenes (n=644) se incluyeron 87 artículos para su evaluación a texto completo. Al finalizar el proceso de filtrado, quedaron incluidas 18 revisiones sistemáticas que contenían metaanálisis que cumplían estrictamente con los criterios de inclusión. En conjunto, estas publicaciones compilaron 347 estudios primarios, lo que proporcionó una muestra acumulada de más de 50.000 atletas. Estas muestras proceden de deportes, categorías competitivas y grupos de edad diversos.

Tabla 1. Características principales de las revisiones sistemáticas incluidas

Autor/año	Población	Deporte	Intervención	No. estudio	N total	Medida de efecto	Hallazgo principal
Gu et al. 2025	Mujeres	Deportes de equipo	ENM	15	8,247	RR	Reducción del 22% lesiones rodilla (RR=0.78; IC95%:0.65-0.94)
Walczak et al. 2026	Adolescentes	Deportes de equipo	ENM multicomponente	12	>15,000	IRR	Reducción del 32-36% lesiones extremidad inferior
Althomali et al. 2025	Hombres y mujeres	Fútbol	FIFA 11+	12	ND	Incidencia	Reducción significativa en hombres (P<0.1)



Stergiou et al. 2025	Hombres y mujeres	Fútbol	ENM/FIFA 11+	11	>10,00 0	IRR	Reducción significativa; mayor adherencia=mayo r efectividad
Autor 2024	Adolescente s	Múltiple s	ENM	32	34,581	IRR	IRR=0.67 (IC95%:0.57-0.79)

Nota: ND: No disponible; ENM: Entrenamiento neuromuscular; RR: Riesgo relativo; IRR: Razón de tasas de incidencia

RESULTADOS

Efectividad del entrenamiento neuromuscular en la prevención de lesiones

Lesiones de miembros inferiores

El metaanálisis de 32 ensayos clínicos aleatorizados, que abarcó a 34,581 participantes, evidenció que el ENM disminuyó de forma significativa el riesgo de sufrir lesiones en miembros inferiores en deportistas adolescentes, arrojando una razón de tasas de incidencia combinada (IRR) de 0.66 (IC95%: 0.56-0.77; Z=5.12; P<0.00001). Este beneficio se mantuvo estable ante diversas patologías: tanto en cuadros agudos (IRR=0.60; IC95%: 0.49-0.74) como en problemas crónicos (IRR=0.72; IC95%: 0.52-0.98).

En el fútbol, la aplicación del ENM logró atenuar sustancialmente los percances en extremidades inferiores, dejando claro que el apego al plan y la formación del cuerpo técnico son factores críticos. Por ejemplo, el protocolo FIFA 11+ demostró un descenso notable en la aparición de estas lesiones en futbolistas masculinos (tanto jóvenes como adultos) frente a otros métodos (P<0.1). Sin embargo, aún existen pocos datos sobre su rendimiento en mujeres, lo que hace necesario llevar a cabo más investigaciones en este grupo específico.

En cuanto a las rutinas multicomponente de ENM aplicadas a jóvenes de deportes de equipo, los datos de una revisión sombrilla (*umbrella review*) indicaron que tales intervenciones reducen las posibilidades de dañarse la extremidad inferior en un rango de entre el 32% y el 36%. Las propuestas con mejores resultados combinaron trabajo de fuerza, pliometría, equilibrio, agilidad y control del movimiento.



Lesiones de rodilla y ligamento cruzado anterior

Un metaanálisis de 15 ensayos clínicos aleatorizados centrado en medir el valor del ENM para prevenir problemas de rodilla en mujeres que practican deportes de equipo registró una disminución general del riesgo del 22% (RR=0.78; IC95%: 0.65-0.94; $p=0.008$). Llama la atención que la reducción de roturas o daños en el LCA llegó hasta el 50% (RR=0.50; IC95%: 0.31-0.81; $p=0.005$). El análisis detallado confirmó que mantener un nivel de cumplimiento alto ($\geq 75\%$) fue la variable decisiva para lograr estos números (RR=0.67; IC95%: 0.51-0.87; $p=0.004$), incluso por encima de qué tan compleja fuera la rutina.

Por otra parte, un metaanálisis de 19 ensayos clínicos aleatorizados evaluó el impacto de los ejercicios diseñados para cuidar la articulación de la rodilla, calculando un tamaño del efecto agrupado (RR) de 0.75 (IC95%: 0.62-0.89; $P<0.001$). Aquí, el entrenamiento neuromuscular se posicionó como una de las herramientas más sólidas.

A su vez, el entrenamiento neuromuscular integrado (INT) ratificó una reducción directa en el riesgo de lesionarse (RR=0.73; IC95%: 0.58-0.91; $p=0.004$), a la par que impulsó avances en la potencia de salto. Esto indica que estas prácticas no solo protegen la salud del atleta, sino que favorecen su desempeño físico.

Tabla 2. Efectividad del ENM según tipo de lesión y localización anatómica.

Tipo de lesión	Medida de efecto	IC 95%	Valor p
Lesiones miembros inferiores (total)	IRR=0.66	0.56-0.77	<0.00001
Lesiones de rodilla	RR=0.78	0.65-0.94	0.008
Lesión LCA	RR=0.50	0.31-0.81	0.005
Lesiones de tobillo	IRR=0.54	0.40-0.74	<0.00001
Lesiones agudas	IRR=0.60	0.49-0.74	<0.00001
Lesiones crónicas	IRR=0.72	0.52-0.98	0.04
Lesiones extremidad superior	IRR=0.73	0.59-0.90	0.002

ENM: Entrenamiento neuromuscular; LCA: Ligamento cruzado anterior; RR: Riesgo relativo; IRR: Razón de tasas de incidencia.

Lesiones de tobillo

El ENM rindió de forma excepcional al enfocarse en el tobillo. La revisión cuantitativa de estudios en adolescentes determinó una IRR combinada de 0.54 (IC95%: 0.40-0.74; $Z=3.90$; $P<0.00001$) para esta articulación.

El trabajo propioceptivo integrado en el ENM demostró ser superior para prevenir esguinces laterales en comparación con no hacer nada (riesgo relativo=0.59; $p<0.001$). Además, la mezcla de propiocepción con el uso de tobilleras u ortesis ofreció un nivel de protección muy similar



(riesgo relativo=0.98; $p=0.97$). Del mismo modo, las rutinas de equilibrio recortaron la aparición de esguinces de tobillo en un 38% respecto al grupo de control (RR=0.62; IC95%: 0.43-0.90).

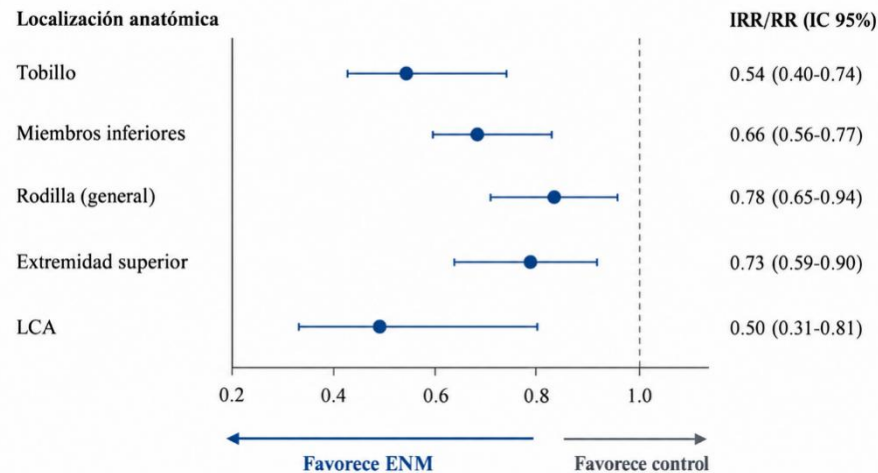


Figura 1. Efectividad del entrenamiento neuromuscular en la reducción del riesgo de lesiones según localización anatómica.

Nota: Valores inferiores a 1.0 indican reducción del riesgo. LCA: Ligamento cruzado anterior.

Factores determinantes de la efectividad

Adherencia al programa

La constancia de los deportistas fue el elemento clave para obtener buenos resultados con el ENM. El análisis de Gu et al. confirmó que una alta adherencia ($\geq 75\%$) propició la caída más drástica en el riesgo de sufrir lesiones articulares en la rodilla (RR=0.67; IC95%: 0.51-0.87; $p=0.004$), superando incluso la complejidad de los ejercicios. En términos prácticos, es preferible ejecutar un plan sencillo con regularidad que aplicar un esquema avanzado de forma esporádica.

En el fútbol, la continuidad en las sesiones y la capacitación del cuerpo técnico jugaron un papel central. En las jugadoras, los beneficios resultaron evidentes, en especial para evitar daños en el LCA.

Al llevar estos programas al campo real, se observó que el acompañamiento profesional e institucional logró porcentajes de participación bastante altos (73.5-85.6%), en comparación con las iniciativas que solo entregaban folletos o charlas. En instituciones académicas sin personal especializado constante, el poco compromiso de los entrenadores limitó el alcance (cumplimiento del 52.5%), aun cuando los atletas mostraban buena disposición cuando las sesiones se dictaban formalmente (87.8%).



Intensidad y frecuencia del entrenamiento

Los datos complementarios derivados del estudio de Gu et al. señalaron que dedicar más de 15 minutos por sesión (RR=0.74; IC95%: 0.60-0.93; $p=0.008$) con un ritmo de 2 a 3 días por semana (RR=0.87; IC95%: 0.76-0.99; $p=0.04$) asegura una protección notable en las rodillas. En futbolistas no se apreciaron diferencias significativas entre aplicar rutinas cortas de 10 minutos o la versión habitual de 20 minutos.

Componentes específicos del entrenamiento

Al examinar cada tipo de ejercicio del ENM se observó que la agilidad (RR=0.71; IC95%: 0.56-0.88; $p=0.002$) y la técnica de carrera (RR=0.80; IC95%: 0.70-0.93; $p=0.003$) estaban relacionadas positivamente con el cuidado del deportista. La pliometría emergió como elemento clave en la reeducación de los movimientos mecánicos peligrosos, mientras que la combinación de fuerza con el control neuromuscular redujo el porcentaje de lesiones en personas deportistas de distintas disciplinas.

Diferencias según sexo y tipo de deporte

Los resultados de 32 ensayos clínicos aleatorizados en jóvenes concluyeron que el ENM es efectivo en ambos sexos, aunque con matices; los hombres sufrieron menos lesiones en las extremidades superiores durante las intervenciones, pero mostraron una mayor tasa de abandono en estudios relacionados con problemas agudos y tobillo. Las mujeres mostraron, por el contrario, mayor proclividad a cursar lesiones de rodilla y a padecer lesiones de carácter crónico.

En el ámbito de la práctica deportiva de fútbol femenino, la aplicación del programa ENM tuvo una gran efectividad, especialmente para reducir lesiones de LCA. No obstante, los estudios específicos de ejecución de un programa como el de FIFA 11+ son todavía limitados en los equipos femeninos, por lo que es necesario acumular más evidencia en esta población con el fin de llevar a cabo esta estrategia.

Implementación en entornos reales

Las revisiones enfocadas en la prevención de lesiones de LCA en atletas femeninas confirmaron que el modo de ejecución define la eficacia de las medidas. Las estrategias prácticas con acompañamiento directo en cancha lograron mayor apego (73.5-85.6%) que aquellas que dependieron únicamente de manuales impresos o explicaciones teóricas.

Los centros educativos mostraron los niveles más altos de cumplimiento (89-100%) frente a los clubes deportivos o comunitarios (52.5-85.6%). Las principales barreras identificadas fueron el



poco tiempo disponible, la sobrecarga del calendario competitivo y la falta de seguimiento; por el contrario, la supervisión calificada, el apoyo institucional y el compromiso de entrenadores y atletas actuaron como los grandes facilitadores.

Tabla 3. Factores que influyen en la efectividad de los programas de ENM.

Factor	Efecto	Evidencia
Adherencia alta ($\geq 75\%$)	RR=0.67 (IC95%:0.51-0.87)	p=0.004
Sesiones >15 min	RR=0.74 (IC95%:0.60-0.93)	p=0.008
Frecuencia 2-3 veces/semana	RR=0.87 (IC95%:0.76-0.99)	p=0.04
Entrenamiento de agilidad	RR=0.71 (IC95%:0.56-0.88)	p=0.002
Entrenamiento de mecánica de carrera	RR=0.80 (IC95%:0.70-0.93)	p=0.003
Apoyo profesional	Adherencia 73.5-85.6%	-
Entornos educativos	Implementación 89-100%	-

DISCUSIÓN

Los resultados demuestran de forma constante que el ENM reduce significativamente el riesgo de sufrir traumatismos deportivos, con magnitudes de efecto que varían según el tipo de daño y la población analizada. El que los porcentajes de disminución en la probabilidad de sufrir lesiones en miembros inferiores (22-34%) sea clínicamente relevante y, además, sea paralelo de los valores de la literatura previa (21) tiene su máxima expresividad en la reducción porcentual estimada del 50% de probabilidad en la afectación del LCA en mujeres deportistas, que supera las estimaciones de los metaanálisis previos (22) y tiene repercusiones profundas para la salud en el deporte, puesto que las lesiones de este tipo conllevan pronósticos graves a medio y largo plazo.

El impacto del ENM en la protección frente a lesiones de tobillo (46% de aminoramiento del riesgo) encaja con la literatura enfocada al trabajo propioceptivo (23). Esta conclusión cobra valor estratégico si se considera que los esguinces articulares en el tobillo figuran entre los percances más habituales en el deporte; además, la estimulación propioceptiva ha probado una eficacia equiparable a las ortesis o tobilleras, representando una vía no invasiva y económica (24).

Un punto central expuesto en este análisis es haber fijado la constancia o adherencia como el elemento más relevante para el éxito de los esquemas de ENM. Este hecho transforma la práctica clínica y la forma de planificar la prevención. Los datos señalan que ejecutar con regularidad rutinas de ENM sencillas reporta mayores beneficios que aplicar protocolos complejos con bajas tasas de cumplimiento (25). Esta dinámica responde al concepto de "dosis-respuesta" en medicina preventiva y recalca la urgencia de diseñar dinámicas que aseguren una participación sostenida.

La literatura sobre implementación analizada ratifica que los modelos con involucramiento activo de actores clave y acompañamiento técnico consiguen mayor apego que las estrategias apoyadas



de forma exclusiva en charlas formativas (26). Este comportamiento valida las teorías de implementación, las cuales subrayan la necesidad de contar con facilitadores y apoyo del entorno para sostener cualquier intervención. A su vez, identificar al personal técnico como un "cuello de botella" durante la puesta en marcha resulta muy revelador, pues sugiere que invertir en capacitar al personal técnico elevaría el impacto real de las intervenciones preventivas (27).

Al aislar las partes del ENM, se comprobó que los ejercicios de agilidad y el trabajo de la mecánica de carrera actúan como variables independientes en la protección del atleta. Dichos hallazgos aportan criterios útiles para estructurar programas preventivos, indicando que ambos aspectos deben situarse como prioritarios. Por su parte, la utilidad de la pliometría para corregir patrones biomecánicos de riesgo justifica su inclusión en modelos multicomponente (28).

En cuanto a la carga o dosificación, los bloques de ENM de más de 15 minutos con una frecuencia de 2 a 3 sesiones por semana brindaron las mejoras más notorias. Sin embargo, al no detectarse diferencias drásticas entre formatos breves y extensos, se deduce que las rutinas de menor duración también aportan un estímulo protector, aspecto clave para entornos con tiempo reducido.

La evidencia examinada ratifica que las deportistas femeninas obtienen una protección destacada mediante el ENM, en especial ante rupturas del LCA. Esta mayor respuesta puede atribuirse a la vulnerabilidad anatómica y neuromuscular propia del sexo femenino, sumada a la capacidad del ENM para reajustar los patrones biomecánicos desfavorables que provocan esta brecha (6).

Pese a ello, la escasez de datos sobre el rendimiento del programa FIFA 11+ en equipos femeninos deja al descubierto un vacío que exige nuevos estudios. Atender esta carencia es urgente dado el auge del deporte femenino de conjunto y la necesidad de aplicar pautas respaldadas por pruebas sólidas.

Los hallazgos alcanzados ofrecen implicaciones directas para la adopción de programas de ENM en América Latina y Ecuador. Los estudios sobre la viabilidad de estas metodologías en la región continúan siendo escasos, y la literatura actual refleja que integrar protocolos estructurados de prevención sigue siendo un reto complejo (11).

Las barreras reportadas internacionalmente como la escasez de tiempo, las prioridades del calendario competitivo y la falta de seguimiento se replican en el escenario latinoamericano. A esto se suman obstáculos propios del contexto, tales como la limitación de presupuesto, la infraestructura deficiente y la baja disponibilidad de profesionales especializados en fisioterapia deportiva (19).

En contraparte, los factores facilitadores como la guía profesional continua, el compromiso institucional y la articulación entre los involucrados marcan el camino para optimizar la aplicación regional. El hecho de que los centros de enseñanza muestren un cumplimiento más alto que los



espacios comunitarios sugiere que escuelas y universidades constituyen el entorno ideal para desplegar estos planes preventivos en la región (18).

A pesar de la robustez de los datos examinados, han de considerarse algunas limitaciones. En el primer lugar, la heterogeneidad de los estudios en lo que respecta a los perfiles de los participantes y las variedades en la intervención dificultan la generalización de los resultados. En el segundo lugar, el heterogéneo nivel metodológico de las revisiones de origen, ya filtradas por AMSTAR-2 puede limitar posteriormente el nivel de certeza dado en algunos apartados.

En el tercero de los lugares, el sesgo de publicación está presente en la prevención, donde los trabajos con resultados positivos tienen mayor posibilidad de ser publicados. Finalmente, una mayoría de los ensayos provienen de países desarrollados, lo cual limita la transferencia de los resultados a economías de ingresos medios o bajos. La no existencia de evaluaciones dirigidas específicamente a poblaciones latinoamericanas y a la ecuatoriana, ha venido a representar un importante vacío científico que debe considerarse como una prioridad en el futuro en líneas de investigación.

CONCLUSIONES

El entrenamiento neuromuscular provoca un efecto considerable en reducir los traumatismos deportivos, manifestado en una disminución entre un 22 y un 34% de la probabilidad de lesión en los miembros inferiores. Aún es más notable si se considera la protección que proporcionan en la prevención de las roturas del ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas, llegando hasta un 50% de protección. Estos datos son una base suficiente para fomentar la implementación sistemática de programas de ENM como programa de prevención primaria fundamental en los deportes.

El nivel de cumplimiento o adherencia por parte de los atletas se consolida como el factor más determinante para el éxito de la intervención, por encima de la complejidad técnica de la rutina o de variables asociadas al diseño del trabajo. Mantener una alta participación ($\geq 75\%$) propicia los mayores índices de protección articular y muscular. Por otro lado, los modelos de aplicación que incluyen acompañamiento técnico especializado y la implicación del equipo directivo y las estructuras de enseñanza organizadas tienen unos mayores índices de seguimiento. Pero, todos ellos tienen una prioridad común, que es articular mecanismos de seguimiento continuado y esquemas de formación para los entrenadores para hacer crecer el seguimiento de los aprendizajes en estos programas.

Por otro lado, la respuesta al entrenamiento varía en función del sexo, el tipo de afectación anatómica y la disciplina practicada, lo que fundamenta el desarrollo de protocolos adaptados a requerimientos particulares. Las deportistas presentan una respuesta óptima en la protección del LCA, mientras que bloques orientados a la agilidad y a la corrección de la mecánica de carrera



despuntan como componentes altamente valiosos dentro del diseño de las rutinas. Finalmente, los trabajos venideros deberán enfocarse en validar la aplicación de estas herramientas en deportistas del ámbito latinoamericano y ecuatoriano, promoviendo rutas de adopción ajustadas a la realidad de la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Emery CA, Pasanen K. Current trends in sport injury prevention. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2019;33(1):3-15.
2. Bahr R, Clarsen B, Derman W, et al. International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE-SIIS)). *Br J Sports Med*. 2020;54(7):372-389.
3. Finch CF, Gabbe BJ, Lloyd DG, et al. Towards a national sports safety strategy: addressing facilitators and barriers towards safety guideline uptake. *Inj Prev*. 2011;17(3):e4.
4. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med*. 2011;45(7):553-558.
5. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med*. 2005;33(4):492-501.
6. Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. *J Athl Train*. 2004;39(4):352-364.
7. Hewett TE, Zazulak BT, Myer GD. Effects of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *Am J Sports Med*. 2007;35(4):659-668.
8. Urhausen A, Kindermann W. Diagnosis of overtraining: what tools do we have? *Sports Med*. 2002;32(2):95-102.
9. Sánchez-Ramírez C, López-García R, Martínez-Gómez D. Incidencia de lesiones deportivas en futbolistas ecuatorianos profesionales y aficionados. *Rev Ecuat Med Deporte*. 2022;15(2):45-58.
10. Guamán-Palacios J, Morales-Quintana A. Efectividad del vendaje neuromuscular en la prevención de esguinces de tobillo en futbolistas de la provincia de Chimborazo. *Rev Fisioter Ecuat*. 2023;8(1):12-24.
11. Salazar-Vázquez J, Torres-Maldonado E. Implementación de programas de prevención de lesiones en deportistas ecuatorianos: barreras y facilitadores. *Cienc Act Fís*. 2024;25(3):112-128.
12. Hewett TE, Ford KR, Myer GD. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *Am J Sports Med*. 2006;34(3):490-498.



13. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2008;337:a2469.
14. Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *J Athl Train*. 2002;37(1):71-79.
15. Schifftan GS, Ross LA, Hahne AJ. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport*. 2015;18(3):238-244.
16. Sugimoto D, Myer GD, Foss KD, et al. Compliance with neuromuscular training and anterior cruciate ligament injury risk reduction in female athletes: a meta-analysis. *J Athl Train*. 2012;47(6):714-723.
17. O'Brien J, Finch CF. Injury prevention exercise programmes in the sporting context: what are the barriers and facilitators to compliance? *Br J Sports Med*. 2016;50(5):271-275.
18. Richmond SA, Donaldson A, Macpherson A, et al. Facilitators and barriers to the implementation of iSPRINT: a sport injury prevention program in elementary schools. *J Sci Med Sport*. 2020;23(11):1026-1032.
19. Finch CF, Donaldson A. A sports safety framework for the prevention of sports injury. *Inj Prev*. 2010;16(1):7-13.
20. Emery CA, Roy TO, Whittaker JL, et al. Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2015;49(13):865-870.
21. Sadigursky D, Braid JA, De Lira DNL, et al. The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2017;9:18.
22. Grindstaff TL, Hammill RR, Tuzson AE, et al. Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injury rates in female athletes: a numbers-needed-to-treat analysis. *J Athl Train*. 2006;41(4):450-456.
23. Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, et al. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(2):113-125.
24. Verhagen EA, Bay K. Optimising ankle sprain prevention: a critical review and practical appraisal of the literature. *Br J Sports Med*. 2010;44(15):1082-1088.
25. Soligard T, Nilstad A, Steffen K, et al. Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *Br J Sports Med*. 2010;44(11):787-793.
26. McKay CD, Steffen K, Romiti M, et al. The effect of coach and player injury knowledge, attitudes and beliefs on adherence to the FIFA 11+ programme in female youth soccer. *Br J Sports Med*. 2014;48(17):1281-1286.
27. Bizzini M, Dvorak J. FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide—a narrative review. *Br J Sports Med*. 2015;49(9):577-579.
28. Myer GD, Ford KR, Brent JL, et al. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *J Strength Cond Res*. 2006;20(2):345-353.