



Efectos del entrenamiento excéntrico vs entrenamiento neuromuscular sobre la prevención de lesiones en jugadores de fútbol: una revisión sistemática

Effects of eccentric training vs neuromuscular training on injury prevention in soccer players: a systematic review

Autores

Luis Carlos Tangarife-Gálvez ¹
 Carlos Andrés López-Charria ¹
 Oscar Steven Montes-Garces ¹
 Sofía Zapata-Gil ²
 Diego Fernando Afanador-Restrepo ^{3*}

¹ Universidad de San Buenaventura – Seccional Cali, Colombia

² Fundación Universitaria del Área Andina seccional Pereira, Colombia

³ Universidad del Cauca

Autor de correspondencia:
 Diego Fernando Afanador-Restrepo
 dafanador4@areandina.edu.co

Recibido: 11-06-25

Aceptado: 22-12-25

Cómo citar en APA

Tangarife-Gálvez, L. C., López-Charria, C. A., Montes-Garces, O. S., Zapata Gil, S., & Afanador-Restrepo, D. F. (2026). Efectos del entrenamiento excéntrico vs entrenamiento neuromuscular sobre la prevención de lesiones en jugadores de fútbol: una revisión sistemática. *Retos*, 76, 300-316.
<https://doi.org/10.47197/retos.v76.116574>

Resumen

Introducción. El alto nivel de competencia del fútbol y su creciente número de partidos por temporada hace que la prevalencia de lesiones en la disciplina sea alta. Por lo tanto, esta revisión sistemática buscó determinar los efectos del entrenamiento neuromuscular y el entrenamiento excéntrico sobre las lesiones musculares en jugadores de fútbol.

Métodos. Para ello, se realizaron búsquedas en tres bases de datos entre los meses de febrero y abril del 2024, seleccionando únicamente ensayos clínicos controlados aleatorizados que incluyeran intervenciones basadas en ejercicios nórdicos o ejercicios excéntricos de isquiotibiales, ejercicios pliométricos o ejercicios neuromusculares de salto.

Resultados. Se incluyeron 21 estudios para el análisis, donde participaron hombres y mujeres con diversas edades y niveles de competencia, obteniendo hallazgos que indican que los ejercicios excéntricos y neuromusculares son efectivos para reducir la probabilidad de lesiones en futbolistas, independientemente de su nivel de juego, sexo y edad. Sin embargo, se observan resultados destacados en futbolistas masculinos y principalmente jugadores altamente entrenados.

Conclusión. Finalmente, también se concluye que los ejercicios excéntricos favorecen la reducción de la incidencia de lesiones en isquiotibiales, y el entrenamiento neuromuscular favorece la reducción de lesiones específicamente en rodilla, esguinces de rodilla y tobillo.

Palabras clave

Entrenamiento neuromuscular; entrenamiento excéntrico; jugadores de fútbol; prevención de lesiones.

Abstract

Introduction. The high level of competition in soccer and its increasing number of games per season contribute to a high prevalence of injuries in the sport. Therefore, this systematic review aimed to determine the effects of neuromuscular training versus eccentric training on muscle injuries in soccer players.

Methods. To do this, searches were conducted in three databases between February and April 2024, selecting only randomized controlled trials that included interventions based on Nordic exercises or eccentric hamstring exercises, plyometric exercises, or neuromuscular jump exercises.

Results. A total of 21 studies were included in the analysis, involving male and female players of different ages and levels of competition. The findings indicate that eccentric and neuromuscular exercises are effective in reducing the probability of injuries in soccer players, regardless of their level of play, sex, or age. However, more notable results were observed in male soccer players and, in particular, in highly trained athletes.

Conclusion. Finally, it is also concluded that eccentric exercises favor a reduction in the incidence of hamstring injuries, while neuromuscular training favors a reduction in injuries specifically affecting the knee, including knee and ankle sprains.

Keywords

Eccentric training; injury prevention; neuromuscular training; soccer players.

Introducción

El fútbol se ha descrito como una disciplina deportiva con un alto riesgo de lesiones por el esfuerzo físico demandado, ya que los jugadores se exponen a numerosas acciones repetitivas de alta intensidad y corta duración como correr, saltar, patear o realizar un cambio de dirección (Arribas-Romano, L, & Chena-Sinovias; Guerra, Flórez, & Bustamante, 2019; Raya-González, de Ste Croix, Read, & Castillo, 2020). Ante esto, las capacidades condicionales juegan un papel fundamental en el proceso de preparación del deportista, teniendo en cuenta la fuerza, resistencia, potencia y movilidad articular, que influyen en el adecuado desempeño de habilidades técnicas; por lo tanto, la investigación enfocada a esta área es de particular importancia (Mora et al., 2018).

La mayoría de los daños se presentan en los miembros inferiores, siendo las más frecuentes las lesiones musculares, afectando principalmente a los isquiotibiales, tanto en jugadores de élite mayores como jóvenes. Se reporta que un equipo con una plantilla de 25 jugadores presenta aproximadamente 5 a 6 lesiones de isquiotibiales cada temporada, lo que equivale a más de 80 días de ausencia (Raya-González, de Ste Croix, Read, & Castillo, 2020). Adicionalmente, representan el 37% de las lesiones de tipo muscular en esta disciplina y suelen ser recurrentes, con una tasa de recidiva que oscila entre un 12% y un 33% lo que implica largos periodos de recuperación (Tumiñá-Ospina, Rivas-Campo, García-Garro, Gómez-Rodas, & Afanador, 2022).

Estos músculos se afectan especialmente en las carreras de máxima intensidad con duración prolongada, donde el mecanismo de lesión más común se da cuando la unión miotendinosa se estira en exceso (distensión muscular). A medida que la intensidad de la carrera aumenta, las fuerzas que inciden sobre este grupo muscular incrementan de manera proporcional, generando un mayor riesgo de lesión, especialmente durante la fase final del movimiento (balanceo) donde las fibras del músculo realizan una contracción excéntrica máxima como respuesta a la extensión de rodilla y flexión de cadera buscando una desaceleración del gesto (de Oliveira et al., 2020; Tumiñá-Ospina, Rivas-Campo, García-Garro, Gómez-Rodas, & Afanador, 2022).

Adicionalmente, en los jugadores de fútbol también se presentan de manera frecuente las lesiones de rodilla, correspondiendo a 1 de cada 4 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento o competencia, lo que equivale aproximadamente al 17% de todas las lesiones que estos deportistas suelen experimentar, siendo considerada como una de las más graves y complejas de tratar (Asgari & Shahrbanian, 2019). Por lo general, estas lesiones ocurren sin contacto físico, dado que suelen producirse durante el aterrizaje posterior a un salto, lo cual genera complicaciones de salud tanto a corto como a largo plazo. Además, aparte del gesto deportivo se han identificado numerosos factores de riesgo biomecánicos que pueden contribuir al desarrollo de estas lesiones. Entre ellos, destacan la reducción de los ángulos de flexión de la rodilla y la cadera durante la fase de impacto del aterrizaje, el aumento de la rigidez de la articulación de la rodilla y de las piernas, así como incrementos en los ángulos de rotación interna de la rodilla, la flexión lateral del tronco y las fuerzas máximas de reacción del suelo (Akbari, Kuwano, & Shimokochi, 2023).

Dentro de estas lesiones, se destaca la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA), que se genera debido a las altas cargas torsionales sobre la articulación de la rodilla durante actividades específicas del deporte como el cambio repentino de dirección, la desaceleración rápida y el aterrizaje de un salto (Grassi et al., 2020). Para los jugadores de fútbol es una de las lesiones más preocupantes por sus efectos adversos como un mayor riesgo de osteoartritis y alta tasa de reincidencia, conllevando a que solo el 60% de los jugadores profesionales con esta lesión compitan en el nivel más alto 5 años después (Olivares-Jabalera et al., 2021). Además, se reporta que las atletas mujeres que participan en deportes como el fútbol tienen un riesgo de lesión de 2 a 6 veces mayor en comparación con los atletas hombres (Achenbach et al., 2024).

En coherencia con lo mencionado previamente, desde la medicina del deporte existen diferentes intervenciones capaces de generar cambios que podrían reducir el riesgo de lesión, entre estas se encuentra el entrenamiento excéntrico que representa una estrategia de prevención de lesiones costo-efectiva, donde se implementan diversos tipos de ejercicios que se enfoca en la fase excéntrica del movimiento buscando la activación muscular con alargamiento de las fibras debido a la distancia de los puntos de inserción del músculo, siendo los más conocidos los ejercicios nórdicos de isquiotibiales (NHE) (Tumiñá-Ospina, Rivas-Campo, García-Garro, Gómez-Rodas, & Afanador, 2022). La evidencia científica



ha demostrado que este tipo de entrenamiento aumenta tanto la longitud como la fuerza del fascículo, influyendo en un mejor desempeño en la práctica deportiva (Ishøi et al., 2018). Además, mejora el rango de movimiento de flexión de cadera y como resultado se obtiene una mayor capacidad de tolerancia al estiramiento por parte del músculo (Kellis & Blazevich, 2022; Vatovec, Marušič, Marković, & Šarabon, 2021).

También se destaca el entrenamiento pliométrico, que implica acciones musculares excéntricas-concéntricas con una transición rápida denominada ciclo de estiramiento-acortamiento, a partir del uso sistemático de cualquier forma de salto como elemento principal del entrenamiento; siendo igual o más efectivo en comparación con otras estrategias para mejorar diversos resultados de aptitud física como saltar, correr y cambiar de dirección (Ramirez-campillo et al., 2022). Este tipo de intervención ha demostrado que un volumen de entrenamiento de 180 contactos con los pies tiene un efecto moderado en el rendimiento de los saltos horizontales y un impacto positivo en la mejora de variables biomecánicas asociadas con la prevención de lesiones por uso excesivo, como el tiempo para alcanzar el pico de fuerza durante el aterrizaje (Thelin, Holmberg, & Thelin, 2006).

Sin embargo, a pesar de que ambos entrenamientos han demostrado beneficios frente a la prevención de lesiones y en la optimización del rendimiento, la evidencia científica no establece cuál intervención es más efectiva para mejorar variables biomecánicas que disminuyan el riesgo de lesión en este contexto deportivo específico, teniendo en cuenta que sus mecanismos de acción son distintos. A partir de este conocimiento se puede facilitar la toma de decisiones basadas en evidencia durante la planificación de un programa de entrenamiento que implemente la estrategia más efectiva para potenciar el desempeño y reducir la incidencia de lesiones, y de manera paralela los costos asociados a su rehabilitación. Por lo tanto, la presente revisión sistemática tuvo como objetivo determinar los efectos del entrenamiento excéntrico y los ejercicios neuromusculares sobre las lesiones de jugadores de fútbol.

Método

Esta revisión sistemática se desarrolló bajo las directrices de la guía PRISMA 2020 (Page et al., 2021) y las recomendaciones metodológicas presentadas en el "Manual Cochrane para la Elaboración de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones" (Green et al., 2011). El protocolo de la revisión fue registrado en PROSPERO bajo el código CRD420251252885.

Fuentes de información

Se realizó una búsqueda bibliográfica entre los meses de febrero y abril del 2024 en las bases de datos PubMed MEDLINE, Scopus y Web of Science.

Criterios de inclusión y exclusión

Para esta revisión se incluyeron ensayos clínicos controlados aleatorizados realizados en jugadores de fútbol sin importar la categoría de competición, rango etario, sexo, año de publicación o idioma. Los estudios debían tener una intervención basada en ejercicios nórdicos o ejercicios excéntricos de isquiotibiales, ejercicios pliométricos o ejercicios neuromusculares de salto. Se excluyeron aquellos estudios que no fue posible obtener el texto completo, contemplaron diseños diferentes al experimental o no fueron sometidos a revisión por pares.

Estrategia de búsqueda

Los descriptores adaptados a cada base de datos fueron: Hamstring injuries; Eccentric exercise; Nordic exercise; Soccer Players; Injuries prevention; a través de la siguiente estrategia de búsqueda: ("Eccentric Exercise" OR "Nordic Hamstring Exercise" OR "Eccentric Training" OR "Eccentric exercise" OR "Nordic exercise" OR "Plyometric Exercise" OR "Plyometric Training" OR "Jump Training" OR "Neuromuscular Training" OR "Strength Training") AND ("Prevention" OR "Prevent" OR "Injuries Prevention" OR "Injury prevalence" OR "Risk Injury") AND ("Soccer" OR "Soccer Athletes" OR "Soccer Players" OR "Football").



Proceso de selección de estudios y Extracción de datos

Para el proceso de selección de estudios se utilizó la plataforma Rayyan (<https://rayyan.qcri.org/welcome>, accedido en junio de 2024). En una primera etapa, esta herramienta facilitó la detección y eliminación de registros duplicados. Posteriormente, dos revisores independientes y cegados (L.C.T.-G; C.A.L.-C) revisaron de manera individual los títulos y resúmenes de todos los registros únicos, excluyendo aquellos estudios que no cumplieran con los criterios de inclusión. Los estudios que cumplieran con los criterios establecidos fueron evaluados a texto completo para determinar su inclusión final en esta revisión sistemática. En los casos en que surgieron discrepancias entre los dos revisores, un tercer autor (D.F.A.-R.) intervino para resolver las diferencias.

De cada estudio seleccionado, los dos revisores recopilaron información bibliométrica, como los nombres de los autores, la fecha de publicación y el país donde se realizó el estudio. Asimismo, extrajeron datos específicos relacionados con las características de la población, incluyendo edad, sexo y nivel de competición. Además, documentaron la incidencia de lesiones, reportada como el número de lesiones por horas de juego. En los casos en que surgieron discrepancias entre los dos revisores en la etapa de selección de estudios y extracción de datos, un tercer autor (D.F.A.-R.) intervino para resolver las diferencias.

Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los estudios incluidos en esta revisión se evaluó a través de la escala PEDro. Las puntuaciones se consultaron en la página web de PEDro siempre que estuvieran disponibles; en caso contrario, tres autores (L.C.T.G-C.A.L.C-O.S.M. G) llevaron a cabo la evaluación de la calidad metodológica de manera independiente. Los desacuerdos entre los revisores se resolvieron por consenso y con la participación de un cuarto autor (D.F.A.R). La escala de PEDro está compuesta por once ítems que evalúan la validez interna y externa, así como el respaldo estadístico de la publicación (De Morton, 2009). El primer ítem es el único que aborda la validez externa y no se suma en la puntuación final. Cada uno de los ítems restantes se evalúa asignando una puntuación de cero a uno, según estén (uno) o no (cero) presentes en la publicación. Los ítems del segundo al undécimo son considerados para la puntuación general, con una puntuación mínima de cero y máxima de diez puntos. Una puntuación entre 0 y 3 se considerará de "pobre" calidad; entre 4-5 "Justa", 6-8 "Buena" y >9 "Excelente".

Resultados

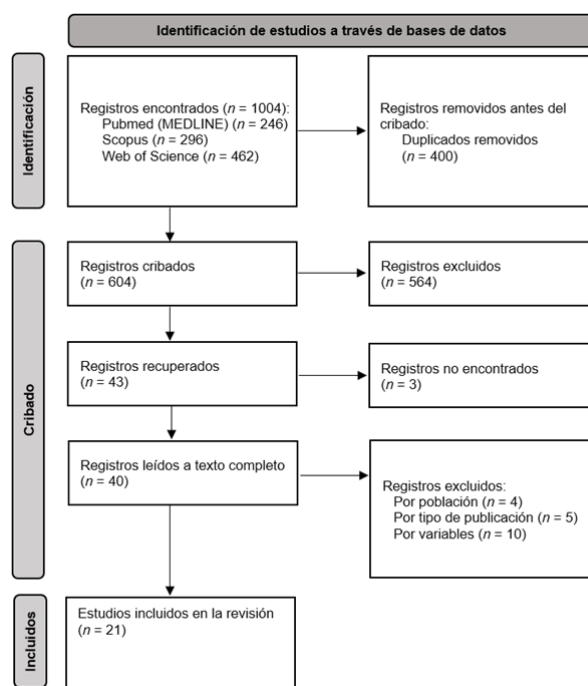
Proceso de selección de estudios

Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos, obteniendo un total de 1004 artículos iniciales. En una primera etapa, se eliminaron 400 registros duplicados, quedando 604 artículos únicos para su análisis. Posteriormente, tras aplicar los filtros de inclusión y exclusión definidos previamente, se seleccionaron 40 estudios para su evaluación a texto completo. De estos, únicamente 21 artículos cumplieron con los criterios establecidos y fueron incluidos en la revisión sistemática. El proceso de selección de estudios se desarrolló conforme a las directrices de la declaración PRISMA y se detalla en la figura 1.

Calidad metodológica

La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó mediante la escala PEDro (Tabla 1). Todos los artículos se evaluaron manualmente. En general, los 21 estudios incluidos en esta revisión demostraron una buena calidad metodológica. Sin embargo, es importante señalar que ninguno de los estudios cegó a los participantes y terapeutas (ítems 5 y 6). Además, catorce estudios (Asgari & Shahrbanian, 2019; Byrd, Delextrat, Walsh, Taylor, & Sancese, 2023; Cadu, Goreau, & Lacourpaille, 2022; Chebbi, Chamari, Van Dyk, Gabbett, & Tabben, 2022; Daneshjoo, Mokhtar, Rahnama, & Yusof, 2013; del Ama Espinosa et al., 2015; Elerian, El-Sayyad, & Dorgham, 2019; Emery & Meeuwisse, 2010; Hammes et al., 2015; Owoeye, Akinbo, Tella, & Olawale, 2014; Ripley, Cuthbert, Comfort, & McMahon, 2023; Sanchez-Sanchez, Torres Martin, Ramirez-Campillo, Castillo, & Raya-Gonzalez, 2024; van de Hoef et al., 2019; Whalan, Lovell, Steele, & Sampson, 2019) no implementaron una asignación oculta de los participantes a los grupos (ítem 3).

Figura 1. Diagrama de Flujo PRISMA del proceso de revisión sistemática.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Calidad metodológica de los artículos incluidos.

Autor/Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Daneshjoo et al., 2013	Y	N	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	4
Nacleiro, F. et al. 2013	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	5
Hammes et al, 2015	Y	Y	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	4
Petersen et al, 2011	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	Y	7
Van der Horst et al, 2015	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	7
Owoeye et al, 2014	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	5
Granelli et al, 2015	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	N	Y	Y	5
Emery, 2012	Y	Y	N	Y	N	N	Y	N	Y	Y	Y	5
Rahlf & Zech, 2020	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	Y	N	6
Asgari & Shahrbanian, 2019	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	3
Van de Hoef et al, 2019	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	7
Hasebe et al, 2020	Y	Y	Y	N	N	N	Y	Y	N	Y	Y	6
Elerian et al, 2019	Y	N	N	Y	N	N	N	Y	N	Y	Y	4
Espinoza G, et al., 2015	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	6
Sánchez J., et al., 2022	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	6
Rahlf, AL. 2020	Y	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	7
Whalan, M. 2019	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y	N	Y	Y	5
Sancese, A. 2023	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	6
Cadú et al. 2022	Y	N	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	5
Chebbi, S. et al. 2022	Y	N	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	5
Ripley N. et al. 2023	Y	Y	N	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	6

Ítems: 1 = criterios de elegibilidad; 2 = asignación aleatoria; 3 = asignación oculta; 4 = comparabilidad en la línea base; 5 = cegamiento de los sujetos; 6 = cegamiento de los terapeutas; 7 = cegamiento de los evaluadores; 8 = adecuado seguimiento; 9 = análisis por intención de tratar; 10 = comparación entre grupos; 11 = estimaciones puntuales y variabilidad; Y = Yes; N = No.

Características de los estudios

Un total de 7.560 personas participaron en los estudios incluidos en esta revisión. De estos, 3.521 participantes fueron asignados al grupo de control, donde realizaron entrenamiento habitual o calentamiento habitual, mientras que 4.039 fueron asignados al grupo de intervención. Dentro del grupo de intervención, 1.544 recibieron entrenamiento excéntrico (NHE), 437 participaron en entrenamiento neuromuscular específico, 305 realizaron un entrenamiento que combinó ejercicios excéntricos y neuromusculares, y 1.753 recibieron un entrenamiento que incluía el programa FIFA + 11, de los cuales 1.263 lo utilizaron como parte del calentamiento. La edad promedio de los participantes en los estudios fue de 22,21 años.



Entre los estudios incluidos, 9 estudios (Chebbi et al., 2022; Emery & Meeuwisse, 2010; Hammes et al., 2015; Hasebe et al., 2020; Owwoeye et al., 2014; Rahlf, John, Hamacher, & Zech, 2020; Sanchez-Sanchez et al., 2024; Silvers-Granelli et al., 2015; van de Hoef et al., 2019; Whalan et al., 2019) evaluaron la incidencia de lesión por 1.000 horas de juego mientras que solo 1 (Petersen, Thorborg, Nielsen, Budtz-Jørgensen, & Hölmich, 2011) midió la incidencia de lesión por 100 jugadores. Además 13 estudios (Cadu et al., 2022; Elerian et al., 2019; Emery & Meeuwisse, 2010; Hammes et al., 2015; Hasebe et al., 2020; Owwoeye et al., 2014; Petersen et al., 2011; Rahlf & Zech, 2020; Silvers-Granelli et al., 2015; van de Hoef et al., 2019; Van der Horst, Smits, Petersen, Goedhart, & Backx, 2015; Whalan et al., 2019) de los incluidos midieron el número de lesiones totales durante el estudio y por último 9 (Asgari & Shahrbanian, 2019; Byrd et al., 2023; Chebbi et al., 2022; Daneshjoo et al., 2013; del Ama Espinosa et al., 2015; Naclerio Ayllón et al., 2013; Rahlf et al., 2020; Ripley et al., 2023; Sanchez-Sanchez et al., 2024) de los estudios midieron otro tipo de factores como Fuerza o CMJ (Tabla 2).

Tabla 2. Características de los estudios

Autor y año	Grupo Intervención	Sexo	Muestra GI/GC	Grupo Control	Grupo Intervención			Instrumento de Evaluación de Medición	Valores de instrumentos de medición
					Edad	Intervención	Parámetros de Intervención		
Daneshjoo et al., 2013	Futbolistas élites juveniles	Masculino	GI:36 GC:36	Entrenamiento habitual	18,9 ± 1,4 años	1.FIFA + 11 2.Harmoknee	FIFA +11 D: 20-25 minutos/ 8 semanas F: 3/semana #S: 24 sesiones Harmoknee D: 20-25 minutos/8 semanas F: 3/semana #S: 24 sesiones	Dinamómetro isocinético Biodex System 3	T0: Línea base T1: 8 semanas Se encontraron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo 11+, así como con Harmoknee, en las pruebas de velocidad (10 m con y sin balón y sprint de 20 m). T0: Número de lesiones GI:118 GC: 101
Hammes et al., 2015	Futbolistas veteranos	Masculino	GC:119 GI:146	Entrenamiento habitual	GI: 45.2 ±7.7 GC:43.1 ±6.5	Fifa +11	D: 9 meses F: 1/semana #S:27 ± 8	1. Historial /Número de lesiones 2.Incidencia (por 1,000 horas)	T0: Línea base T1: 9 meses T1: Tasa de incidencia GI: 12.2 (8.9–15.6) GC:12.6(8.5–16.7) RR: 0.91 (0.64–1.48)
Petersen et al., 2011	Futbolistas profesionales y aficionados.	Masculino	GI:461 GC:481	Entrenamiento habitual	GI: 23.0 (4.0) GC:23.5 (4.0)	Entrenamiento nórdico pre-entreno + Entrenamiento habitual	P: 10 semanas V: 60 repeticiones/semana D: 10 semanas F: 2/semana S: 20 sesiones	Número de lesiones	T0: 2007/2008 T1: 2007/2009 T1: Total: 67 Lesiones (44 nuevas - 23 recurrente) GI: 15 (12 nuevas - 3 recurrentes) GC: 52 (32 nuevas - 20 recurrentes)
Van der Horst et al., 2015	Futbolistas aficionados	Masculino	GC:287 GI:292	Entrenamiento habitual	24,5 ± 3,8 años	Entrenamiento excéntrico.	V:2-3 Set (5-10 repeticiones) - 15 minutos D:13 semanas F: 1-2/semana #S: 25 sesiones	1.Lesiones del año anterior. 2. Lesiones antes del periodo intervención. Lesiones después del periodo intervención. Incidencia (por 1,000 horas)	T0: Lesiones año anterior GI:24 (69)- GC: 20 (47) Lesiones en H antes Int: GI:5 - GC: 7 T1: Lesiones después Int: GI:6 - GC: 18

									0.7 (95% CI, 0.6-0.8) GI:(0.25; 95% CI, 0.19-0.35) GC:(0.8; 95% CI, 0.61-1.15)
									Número de lesiones: GI: 11 - GC: 25
Owoeye et al, 2014	Futbolistas juveniles	Masculi no	GC:204 GI:212	Entrenamiento habitual (Calentamiento)	14-19 años	Fifa +11	Duración: 6 meses	1. N Pre (Número de lesiones previas) 2. N Post (Número de lesiones post intervención) 3. Incidencia (por 1,000 horas)	T0: Línea base T1: 2012/2013 T1: N Post Número de lesiones: GI:36 GC:94 Tasa Incidencia: GI: 0.8 GC:1.5
Graneli et al, 2015	Futbolistas juveniles	Masculi no	GC:850 GI:675	Entrenamiento habitual (Calentamiento)	18-25 años	Fifa +11	D:20 minutos - 6 meses F: 3/semana	1. N Post (Número total de lesiones Post) 2.Incidencia (por 1,000 horas) en Isquiotibiales	T1: 2012 Tasa de incidencia: GC:IR de 15.04 lesiones por 1000 horas GI: IR de 8.09 lesiones por 1000 horas
									T0: Tasa de incidencia de lesiones previas: GI: 40.5% (95% CI 35.6 to 45.7) GC:41.8% (95% CI 36.6 to 47)
Emery, 2010	Futbolistas juveniles (Sala)	Masculi no y femenino	GC:364 GI:380	Se enseña calentamiento estándar 15mn (Aeróbicos, estiramiento dinámico estático)	13-18 años	Entrenamiento neuromuscular (Agilidad, Fuerza, Equilibrio)	D:15minutos Calentamiento, 10minutos Neuromuscular, 15minutos Entrenamiento en casa / 20 semanas F: 3/semana	1. Tasa de incidencia Previa 2. Incidencia (por 1,000 horas). 3. Incidencia (por 100 jugadores) 4. Número de lesiones	T0: Línea base T1: 2006/2007 T1: GI: 2.08 injuries/1000 horas (95% CI 1.54 to 2.74) 13.16 injuries/100 jugadores (95% CI 9.93 to 16.98) GC:3.35 injuries/1000 horas (95% CI 2.65 to 4.17) 21.7 injuries/100 jugadores (95% CI 17.58 to 26.3)
Rahlf & Zech, 2020	Futbolistas juveniles (Sub elite, Recreativos)	Masculi no	GI1 (INT10): 175 GI2 (INT20): 167	Sin grupo control	15.4 ± 1.7 años	Calentamiento con FIFA + 11 y entrenamiento habitual	D: 5 meses /INT10: 10 minutos - INT20: 20 minutos F: 2/Semana S: INT10: 30 -	1.Número de lesiones 2.Incidencia (por 1,000 horas).	T1: 2020 T1: Número de lesiones: INT10:55 - INT20:90 Ix1000:

						INT10: FIFA +11 Modificado	INT20: 36 sesiones		INT10: 6.37/1000 (95% CI, 4.73- 8.01) INT20: 7.20/ 1000 (95% CI, 5.82-8.59)	
Asgari & Shahrbanian, 2019	Futbolistas juveniles	Masculi no	GC:29 GI:25	Entrenamien to habitual (Calentamien to)	17-21 años	Estiramiam o Dinámico + Entrenamie nto Excéntrico	D:15 minutos F: 3/Semana	1. Número de lesiones de rodilla	T0: Línea base T1: 2017/201 8	T0: GI: 0 GC: 0 T1: GI: 4 GC: 17
Van de Hoef et al, 2019	Futbolistas aficionados	Masculi no	GC:283 GI:305	Entrenamien to habitual	GI: 23.8 ± 6.4 GC: 22.2 ± 3.1	1.Programa de ejercicios BEP (Ejercicios concéntricos , excéntricos y pliométricos)	D: 12/Semanas F: 2/Semana S: 24 sesiones	1. Número de lesiones previas (Año anterior) 2. Número de lesiones Post 3.Incidencia (per 1,000 horas) IRR	T0: Línea base 2015/201 6 T1: 2016/201 7	T0: N lesiones pre GI: 50 - GC:47 T1: N lesiones Post: GI:31 - GC: 26 Incidencia de lesión: GI: 1,12/1000 GC: 1,39/1000
Hasebe et al, 2020	Futbolistas juveniles	Masculi no	GI: 156 GC: 103	Entrenamien to habitual	15-18 años	Entrenamie nto nórdico	P: 14 semanas V:54 repeticiones/sem ana D: 27 semanas F: 2/semama S: 54 sesiones	1. Número de lesiones en isquiotibiales 2. Número total de lesiones 3.Incidencia (por 1,000 horas de competición) 4. Incidencia de lesión RR 3. Tasa de cumplimiento del NHE 4. Tasa de tiempo perdido 5. Riesgo relativo	T1: 2016/201 7	T1: N lesiones de isquiotibiales: GI:4 - GC:3 N total de lesiones: GI: 59 - GC: 43 Incidencia/100 0 en Isquiotibiales: GI:13.00 - GC:14.87 RR (95 %CI) 1.10 (0.81- 1.50) - P:0.50 Incidencia/100 0 total lesiones: IG:0.88 - CG:1.04 RR (95 %CI) 1.14 (0.26- 4.97)- P: 0.83
Elerian et al, 2019	Futbolistas élite	Masculi no	GI1: 17 GI2: 17 GC: 34	Entrenamien to habitual	25-35 años	Entrenamie nto nórdico	P: 12 semanas V: 96 repeticiones/sem ana IG1-V: Repeticiones 5- 12 y 2-4 series IG2-V: Repeticiones 2-6 y 1-2 series D:12 semanas F: 2/semama S: 24 sesiones	1. Lesiones iniciales 2. Lesiones Recurrentes 3. Lesiones totales	T0: Línea base 2018 T1: 2018 T2:	Lesiones iniciales: GI1:1 - (5.9%) de 17 jugadores GI2:3-(17.6%) de 17 jugadores GC: 13- (35.1%) de 35 jugadores Lesiones recurrentes: GI1: Ninguna de 17 jugadores GI2:3-(5.9%) de 17 jugadores GC: 7- (18.9%) de 35 jugadores Total lesiones GI1:1(5.9%) GI2:34- (23.5%) de 17

										jugadores GC: 20- (62.5%) de 35 jugadores
Espinoza G, et al., 2015	Primera y segunda división de fútbol profesional español	Femenino	GC: 21 GI: 22	Balances frontales de piernas (FLS), balances laterales de piernas (SLS) y saltos múltiples (MJ).	m: 19 m: 22 m: 23	Entrenamiento nórdico	P: 21 semanas V: NH: 5 repeticiones de 12 segundos D: 60 segundos V EBE: 5 repeticiones de 1 serie	Valor medio de fuerza de los isquiotibiales derechos y de los izquierdos	T0: Línea base T1: semana 21	GI: T0: -65,4 N T1: -57,9 N GC: T0: -53,7 N T1: -46,7 N
Sánchez J., et al., 2022	Futbolistas semiprofesionales	Masculino	GC:13 GI:10	Entrenamiento habitual	GC: 21,7 ± 3,6 años) GI: 22,3 ± 3,5 años	Entrenamiento pliométrico + entreno habitual de fútbol	Progresión: 16 semanas Duración: 25-30 minutos	Lesiones/1000 h de exposición	T0: Línea base T1: 16 semanas	GC: 8,94 GI: 2,84 RR: 3,17 IC: 95% P: 0,08
Rahlf, AL. 2020	Futbolistas juveniles	Masculino	GI10: 175 GI20: 167	11+ programa	15,4±1,7 años 14-19 años	FIFA 11+	Aplicación: 10 meses Volumen: 2 veces por semana Duración: Int10: 10 min Int20: 20 min	Sit y Reach, BESS, Squat Jump, Countermovement Jump, WBLT y Thomas Test.	T0: Línea base T1: 10 meses	T0: BESS:0,149 SJ:0,813 CMJ:0,089 TT:0,567 SR:0,449 WBLT: 0,194 T1: BESS: -1,45 SJ:0,24 CMJ: -1,71 TT: -0,57 SR:0,76 WBLT: 1,30
Whalan, M. 2019	Futbolistas semiprofesionales	Masculino	GC:398 GI:408	Sin grupo control	23.8 [23,0,24,7]	GI1: Estándar-11+ GI2: P2post	P: 6 semanas F: 2/semana Estándar-11+ al comienzo del entrenamiento P2post: Partes 1 y 3 al comienzo del entrenamiento y la parte 2 al final del entrenamiento	Incidencia de lesiones	T0: temporada anterior T1: terminada la semana 6	No se observó ninguna diferencia significativa entre los grupos en la tasa de incidencia de lesiones (P2post vs Standard-11+ = 11,8 vs 12,3 lesiones/1000 h)
Sancese, A. 2023	Futbolistas universitarios	Masculino	GI1:9 GI2:7	Sprint	Sprint: 20,6±1,3 años NHE: 21,3±2,7 años	Entrenamiento nórdico	P: 4 semanas V: NHE: 2 series de 5, 6, 5, 6 repeticiones Sprint: 5 series de 30 m, 6 series de 30 m, 5 series de 40 m, 6 series de 40 m.	Fuerza: dinamómetro isocinético	T0: Línea base T1: 4 semanas	"Qcon D 60 (Nm): T: 0,01, G: 0,02, I: 0,14 Qcon ND 60 (Nm): T: 0,13, G: 0,04, I: 0,21 Hecc D 60 (Nm): T: 0,25, G: 0,01, I: 0,01 Hecc ND 60 (Nm): T: 0,26, G: 0,01, I: 0,02"
Nacleiro, F. 2013	Futbolistas	Masculino	GC:10 GI:10	Entreno habitual de fútbol	23,8 ± 3,1 años	Entrenamiento nórdico	P: 4 semanas V:3 sesiones por semana, 3 series de 8 repeticiones. D: 15 minutos	Prueba de contracción voluntaria máxima (MVC)	T0: Línea base T1: 4 semanas	GC: T1:103,83 T2:102,94 GI: T1:117,96 T2:116,97
Cadú, J.-P.; Goreau, V.; Lacourpaille, L. 2022	Futbolistas profesionales	Masculino	GC:23 GI:23	Entreno habitual de fútbol	25,6 [3,5] años	Entrenamiento nórdico	P: 21 semanas V: 1 vez por semana, 3 repeticiones máximas	OR	T0: Línea base T1: 21 semanas	OR = 0.37; 95% CI, 0.079-1.54; P = 0.12

Chebbi, S. et al. 2022	Futbolistas profesionales	Masculi no	GI:116 GC: 22	Entreno habitual de fútbol	18-41 años	Entrenamiento nórdico	P: 10 semanas S: 4 segundos por repetición V: 3 series de 8, 10 y 12 repeticiones D: Toda la temporada (2013/2014; 2015/2016)	Lesiones/1.000 horas de exposición	T0: 2012/13 T1: 2013/14 T2: 2014/15 T3: 2015/16 T4: 2016/17	T0: 1.4 T1: 0.7 T2: 1.1 T3: 0.8 T4: 0.7
Ripley N. et al. 2023	Deportistas universitarios	Masculi no y femenino	GC:10 GI1:15 GI2:13	Control de miembros inferiores	GC:23,50 ± 2,95 GI1: 21,40 ± 2,64 GI2:22,15 ± 2,54	G11: Entrenamiento nórdico adicional G12: Sprint adicional	P: 7 semanas V: 2 veces por semana	Imagen del BFLH CMJ Fuerza de flexores excéntricos	T0: Línea base T1: Finalizada la intervención	T0: Nordic:1479,28 ± 804,67 Sprint:1206,78 ± 743,58 Control: 1999,18 ± 482,45 T1: Nordic:1838,05 ± 603,80 Sprint:1625,74 ± 775,07 Control:2140,52 ± 472,64

NHE: Nordic Hamstring Exercise

FIFA: International Federation of Association Football

BESS: Balance Error Scoring System

WBLT: Weight Bearing Lunge Test

OR: Odds Ratio

BFLH: Biceps Femoris Long Head

CMJ: Countermovement Jump

Incidencia de Lesión

Teniendo en cuenta la incidencia de lesiones y los tipos de entrenamiento aplicados en los estudios (excéntrico y neuromuscular, incluyendo ejercicios pliométricos, de estabilidad y equilibrio), se obtuvieron los siguientes resultados: un total de diez estudios evaluaron la incidencia de lesiones por cada 1.000 horas de exposición. De estos, ocho estudios aplicaron un protocolo de entrenamiento neuromuscular (Emery & Meeuwisse, 2010; Hammes et al., 2015; Owoeye et al., 2014; Rahlf et al., 2020; Sanchez-Sanchez et al., 2024; Silvers-Granelli et al., 2015; van de Hoef et al., 2019; Whalan et al., 2019) con un promedio de incidencia en el grupo de intervención (GI) de 5,66 lesiones por cada 1.000 horas, en comparación con 11,7 lesiones por cada 1.000 horas en el grupo control (GC). Por otro lado, solo dos estudios (Chebbi et al., 2022; Hasebe et al., 2020) implementaron un protocolo excéntrico, obteniendo promedios en el GI de 1,06 lesiones por cada 1.000 horas frente a 1,02 lesiones por cada 1.000 horas en el GC.

Dos estudios (Hasebe et al., 2020; Silvers-Granelli et al., 2015) evaluaron específicamente la incidencia de lesiones en los músculos isquiotibiales por cada 1.000 horas de exposición. En el estudio de Hasebe et al. (2020), que utilizó un protocolo excéntrico, se reportaron incidencias de 13 lesiones por cada 1.000 horas en el GI frente a 14,87 en el GC. En cambio, el estudio de Silvers-Granelli et al. (2015) que aplicó un protocolo neuromuscular, mostró incidencias de 8,09 lesiones por cada 1.000 horas en el GI frente a 15,04 en el GC. Por otra parte, dos estudios (Emery & Meeuwisse, 2010; Petersen et al., 2011) evaluaron la incidencia de lesiones por cada 100 jugadores. En el caso de Petersen et al. (2011) que aplicó un protocolo excéntrico, se observaron resultados de 3,8 lesiones por cada 100 jugadores en el GI frente a 13,1 en el GC, mientras que, en el estudio de Emery & Meeuwisse (2010), que empleó un protocolo neuromuscular, mostró una incidencia de 13,16 lesiones por cada 100 jugadores en el GI frente a 21,7 en el GC.

Un total de diez estudios (Asgari & Shahrbanian, 2019; Byrd et al., 2023; Cadu et al., 2022; Daneshjoo et al., 2013; del Ama Espinosa et al., 2015; Elerian et al., 2019; Naclerio Ayllón et al., 2013; Rahlf & Zech, 2020; Ripley et al., 2023; Van der Horst et al., 2015) no tuvieron en cuenta ninguna de estas variables de la incidencia de lesión, ya que no se identificaron reportes dentro de sus resultados. En algunos estudios también se consideró el número total de lesiones registradas durante las intervenciones, de los cuales cinco estudios que incluyeron un protocolo neuromuscular (Emery & Meeuwisse, 2010; Hammes



et al., 2015; Owøye et al., 2014; Rahlf et al., 2020; Silvers-Granelli et al., 2015) tuvieron un número total de lesiones en el GI de 682 en comparación con 983 en el GC. Por otro lado, 5 estudios que realizaron un entrenamiento excéntrico (Cadu et al., 2022; Elerian et al., 2019; Hasebe et al., 2020; Petersen et al., 2011; Van der Horst et al., 2015) tuvieron número total de lesiones en el GI de 120 y 145 en el GC.

Solo dos estudios (van de Hoef et al., 2019; Whalan et al., 2019) tuvieron una intervención que combinaba ambos tipos de entrenamiento y reportaron un total de lesiones en el GI de 368 en comparación con 346 en el GC. Por último, nueve estudios (Asgari & Shahrbanian, 2019; Byrd et al., 2023; Chebbi et al., 2022; Daneshjoo et al., 2013; del Ama Espinosa et al., 2015; Naclerio Ayllón et al., 2013; Rahlf et al., 2020; Ripley et al., 2023; Sanchez-Sanchez et al., 2024) no tuvieron en cuenta el número de lesiones totales en ninguno de los dos grupos. La significancia de los estudios que evaluaron la incidencia de lesiones y aplicaron protocolos neuromusculares mostró los siguientes resultados. En el estudio de Hammes et al. (2015), no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de intervención (GI) y control (GC) en la incidencia general de lesiones (IRR: 0,91 [IC 95%: 0,64–1,48]; $P = 0,89$). Sin embargo, las lesiones graves tuvieron mayor incidencia en el GC (IRR: 0,46 [IC 95%: 0,21–0,97]; $P = 0,04$). Por su parte, Owøye et al. (2014) encontró que el programa FIFA 11+ redujo significativamente la tasa general de lesiones en un 41% en el GI (RR: 0,59 [IC 95%: 0,40–0,86]; $P = 0,006$) y las lesiones en extremidades inferiores en un 48% (RR: 0,52 [IC 95%: 0,34–0,82]; $P = 0,004$).

El estudio de Silvers-Granelli et al. (2015) mostró que el GC tuvo un número significativamente mayor de lesiones ($19,56 \pm 11,01$) en comparación con el GI ($10,56 \pm 3,64$) ($P < 0,001$). Los días perdidos por lesiones también fueron mayores en el GC ($13,20 \pm 26,6$ días frente a $10,08 \pm 14,68$ días; $P = 0,007$). Emery & Meeuwisse (2010) demostraron que su programa de entrenamiento neuromuscular fue efectivo para reducir el riesgo de todas las lesiones (IRR: 0,62 [IC 95%: 0,39–0,99]) y las lesiones agudas (IRR: 0,57 [IC 95%: 0,35–0,91]). Aunque el género no fue un factor de riesgo significativo, las mujeres presentaron un riesgo mayor de esguinces de tobillo (IRR: 1,86 [IC 95%: 0,72–4,8]) y rodilla (IRR: 2,54 [IC 95%: 0,25–28,53]). En el estudio de Rahlf et al. (2020), que aplicó versiones de FIFA 11+ de 10 y 20 minutos, no se encontraron diferencias significativas en la incidencia de lesiones en extremidades inferiores entre GI10 (6,37/1000 h) y GI20 (7,20/1000 h) (IRR: 1,03 [IC 95%: 0,59–1,79]). Van de Hoef et al. (2019), que evaluó lesiones de isquiotibiales, tampoco encontró diferencias significativas entre los grupos en ninguna medida de incidencia o tiempo hasta la primera lesión.

Sanchez-Sanchez et al. (2024) reportaron una incidencia de lesiones en extremidades inferiores de 8,94/1000 h en el GC frente a 2,81/1000 h en el GI (IRR: 3,17 [IC 95%: 0,66–3,63]; $P = 0,08$). Además, la carga de lesiones fue mayor en el GC (194,86 días/1000 h) en comparación con el GI (71,37 días/1000 h; RR: 2,73 [IC 95%: 2,10–3,54]; $P < 0,001$). Por último, Whalan et al. (2019), que dividió el protocolo FIFA 11+ en dos partes (antes y después del entrenamiento), no encontró diferencias significativas en la incidencia general de lesiones ($P = 0,11$). Sin embargo, el grupo que aplicó el protocolo modificado tuvo menos lesiones graves (>28 días; 33 frente a 58; $P < 0,002$) y menos días totales perdidos por lesiones (4.303 frente a 5.815 días; $P < 0,001$).

El entrenamiento excéntrico ha demostrado ser altamente efectivo en la prevención de lesiones, especialmente en los músculos isquiotibiales. Estudios como los de Hasebe et al. (2020) y Chebbi et al. (2022) reportaron una incidencia significativamente menor de lesiones en los grupos de intervención (GI) en comparación con los grupos de control (GC). Por ejemplo, Hasebe et al. (2020) observaron una incidencia de lesiones de 1,06 por cada 1.000 horas de exposición en el GI frente a 1,02 en el GC. Además, los ejercicios nórdicos, una forma común de entrenamiento excéntrico, han mostrado mejorar significativamente la fuerza de flexión de la rodilla, contribuyendo a la reducción de lesiones. En el caso específico de los músculos isquiotibiales, el estudio de Hasebe et al. (2020) registró una incidencia de lesiones de 13 en el GI frente a 14,87 en el GC. Estos hallazgos sugieren que el entrenamiento excéntrico no solo reduce la incidencia de lesiones, sino que también mejora la fuerza y la resistencia muscular, aspectos esenciales para la prevención de lesiones en deportes de alta demanda física.

Un total de dieciocho estudios (Byrd et al., 2023; Cadu et al., 2022; Chebbi et al., 2022; Daneshjoo et al., 2013; del Ama Espinosa et al., 2015; Elerian et al., 2019; Emery & Meeuwisse, 2010; Hasebe et al., 2020; Owøye et al., 2014; Petersen et al., 2011; Rahlf et al., 2020; Ripley et al., 2023; Sanchez-Sanchez et al., 2024; Silvers-Granelli et al., 2015; Van der Horst et al., 2015; Whalan et al., 2019; Wingfield, 2013) reportaron resultados positivos con las intervenciones basadas en entrenamiento excéntrico y pliométrico, destacando al curl nórdico como una herramienta eficiente para la prevención de lesiones en los

isquiotibiales. Por el contrario, únicamente tres estudios (Hammes et al., 2015; Naclerio Ayllón et al., 2013; van de Hoef et al., 2019) no encontraron evidencia o diferencias significativas del efecto preventivo de los entrenamientos basados en curl nórdico y pliométricos.

Discusión

El objetivo de esta revisión sistemática fue determinar los efectos del entrenamiento excéntrico y el entrenamiento neuromuscular sobre las lesiones en jugadores de fútbol, los principales hallazgos identificados permiten deducir que ambas estrategias de entrenamiento pueden contribuir a la reducción de lesiones cuando se comparan con grupos control; sin embargo, los ejercicios excéntricos son efectivos para reducir las lesiones a nivel muscular en isquiotibiales en comparación con los ejercicios neuromusculares, que ayudan a disminuir las lesiones a nivel articular especialmente en LCA y esguinces de rodilla. Esta revisión aporta evidencia sólida sobre el efecto de los entrenamientos excéntrico y neuromuscular en la prevención de lesiones musculoesqueléticas y articulares.

Además, aunque se observaron beneficios en diferentes contextos, los resultados fueron mejores en el grupo de futbolistas masculinos profesionales y juveniles. Este hallazgo se asocia a la limitada representación del género femenino y otras poblaciones dentro de los grupos de intervención en los estudios incluidos, ya que únicamente tres de ellos implementaron entrenamientos en mujeres, de los cuales dos eran mixtos, y en su mayoría las poblaciones eran futbolistas juveniles. Además, no fue posible identificar un programa óptimo único en cuanto a la intensidad, frecuencia o duración, debido a la variabilidad entre los estudios.

En cuanto a la calidad metodológica de los estudios incluidos se observó que 1 de los artículos presentó una calidad metodológica pobre, 10 de los artículos presentaron una calidad metodológica regular y 10 de los artículos presentaron una calidad metodológica buena. Los artículos que no presentaron una calidad metodológica buena no fueron excluidos con el fin de reportar toda la evidencia disponible, sin embargo, sus resultados fueron interpretados con mayor cautela. Adicionalmente, es importante resaltar que ninguno de los artículos realizó una intervención ciega, debido principalmente a que el cegamiento de una intervención basada en ejercicios es un problema común reportado en múltiples revisiones y estudios (de Labra, Guimaraes-Pinheiro, Maseda, Lorenzo, & Millán-Calenti, 2015).

Los estudios sugieren que el entrenamiento neuromuscular, que incluye ejercicios de pliometría, equilibrio y estabilidad, puede reducir el riesgo de lesiones en los miembros inferiores. Estos ejercicios, realizados sobre superficies inestables, obligan a la articulación a moverse en todo su rango de movimiento, mejorando así el estado propioceptivo y previniendo lesiones de ligamentos (Asgari & Shahrbanian, 2019). McKinley y Pedotti descubrieron que los ejercicios neuromusculares de salto mejoran la estabilidad activa de la articulación y aumentan la rigidez y la posibilidad de reacción rápida durante el aterrizaje, activando los principales músculos de las piernas antes del impacto. Esto se traduce en una mayor estabilidad postural y una mejor condición propioceptiva de las articulaciones de la rodilla y el tobillo (McKinley & Pedotti, 1992).

Programas de entrenamiento como FIFA 11+ y Harmoknee han demostrado mejorar la fuerza del cuádriceps y la resistencia muscular, ofreciendo un beneficio protector para los futbolistas al mejorar su preparación fisiológica y reducir el riesgo de lesiones (Silvers-Granelli et al., 2015). Un estudio previo encontró que estos programas incrementan significativamente la fuerza del cuádriceps debido a un aumento en la temperatura corporal, el flujo sanguíneo a los músculos, la elasticidad muscular y la actividad neuronal (Daneshjoo et al., 2013). Estos programas, centrados en la estabilidad del núcleo, el equilibrio y el control neuromuscular, promueven patrones de movimiento adecuados y previenen el valgo excesivo de la rodilla al jugar fútbol (Kiani, Hellquist, Ahlqvist, Gedeborg, & Byberg, 2010; Soligard et al., 2008).

Las mejoras en el perfil de lesión pueden estar asociadas tanto a cambios funcionales (coordinación inter e intramuscular) como estructurales (hipertrofia) derivados del entrenamiento de salto (Grosset, Piscione, Lambertz, & Pérot, 2009). Este entrenamiento puede reducir la fuerza de impacto, la dominancia del ligamento y del cuádriceps en el aterrizaje, así como la dominancia del tronco, lo cual es relevante para disminuir la incidencia de lesiones (Hewett, Ford, Hoogenboom, & Myer, 2010; Markovic & Mikulic, 2010).



Además, estudios como el de (Owoeye et al., 2014) han demostrado que los deportistas que siguen estas intervenciones tienen menos lesiones graves de rodilla y menos lesiones en general, presentando una reducción del 83% en la tasa de lesiones del LCA y mejoras significativas en otros resultados secundarios (Waldén et al., 2011). Una revisión bibliográfica realizada por (Robles-Palazón & de Baranda, 2017) examinó cinco programas neuromusculares, incluyendo FIFA 11+, Harmoknee, KIPP, Knäkontroll y PEP, encontrando una reducción significativa en la incidencia de lesiones en futbolistas.

FIFA 11+ y Knäkontroll se destacaron como los más recomendados debido a su efectividad y niveles de progresión que facilitan su implementación regular en el deporte. Aunque algunos estudios como los de (Naclerio Ayllón et al., 2013; van de Hoef et al., 2019) no encontraron diferencias significativas en la prevención de lesiones, otros como el de Emery mostraron una reducción notable en la incidencia de lesiones. Estos programas mejoran la fuerza explosiva y la capacidad de respuesta muscular, lo que es crucial para reducir lesiones y mejorar el rendimiento deportivo, por lo tanto, la ausencia de efectos reportada por algunos estudios puede estar asociada a diversos factores del entrenamiento, como una dosis insuficiente, duración limitada, bajo cumplimiento o características de la población.

El ejercicio excéntrico tiene un impacto significativo en la mejora de la fuerza de flexión de la rodilla y el rendimiento de sprint, así como en el aumento de la longitud del bíceps femoral y el desplazamiento del torque máximo de flexión hacia la extensión (Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2008). Estos efectos son cruciales en la fase final del balanceo durante la carrera, donde los isquiotibiales están alargados y deben desacelerar la extensión de la rodilla, reduciendo el riesgo de lesiones en el tendón de la corva al aumentar la longitud del bíceps femoral (Van Hooren & Bosch, 2017). La extensibilidad y actividad muscular de los isquiotibiales incrementa significativamente con la velocidad de carrera, siendo los factores de riesgo tanto físicos como ambientales (Hasebe). Aunque el protocolo NHE reduce el riesgo de lesión en el tendón de la corva, no disminuye la gravedad de las lesiones (Al Attar, Soomro, Sinclair, Pappas, & Sanders, 2017).

Por otro lado, estudios sugieren que frecuencias medias, con altos volúmenes de trabajo y largas duraciones, son más efectivas en la prevención de lesiones. Esto se debe a que los cambios en la longitud óptima del músculo se alcanzan después de entrenamientos prolongados (Brockett et al., 2004). Las intervenciones prolongadas permiten alcanzar el principio de estabilidad de la adaptación, reduciendo la susceptibilidad al fracaso (Weineck & Dreyfus, 1985). Estos protocolos de entrenamiento son vitales para prevenir lesiones en este grupo muscular, aunque su eficacia depende del cumplimiento de los deportistas y personal a cargo.

La presente revisión cuenta con múltiples fortalezas y limitaciones que son importantes considerar a la hora de interpretar los hallazgos. Por un lado, es importante señalar que se adoptaron criterios de inclusión amplios con el objetivo de abarcar los diversos contextos en los que se aplican estos programas de entrenamiento; ante esto, los estudios incluidos presentan variabilidad en la calidad metodológica y una gran heterogeneidad en cuanto a edad, sexo y nivel competitivo, lo que permite describir el efecto de estas intervenciones en escenarios reales, pero que limita la posibilidad de realizar comparaciones directas y síntesis cuantitativas a través de un metaanálisis.

Además, los estudios incluidos en esta revisión implementaron diferentes métricas para reportar la incidencia de las lesiones, identificando lesiones por 1.000 horas de exposición, lesiones por 100 jugadores y número total de lesiones. Lo anterior refleja la falta de estandarización en la literatura y esta variabilidad metodológica limita la posibilidad de unificar los resultados o realizar conversiones homogéneas, por lo que los resultados se presentan respetando los criterios de cada estudio.

Conclusiones

Los hallazgos de la presente revisión sistemática indican que los entrenamientos excéntricos y neuromusculares son efectivos para reducir la probabilidad de lesiones en futbolistas, observando resultados destacados en futbolistas masculinos y principalmente jugadores altamente entrenados. Es importante señalar que la efectividad de los programas frente a la prevención de lesiones dependía de un alto cumplimiento y fueron exitosos sin importar la edad del deportista; sin embargo, esta efectividad disminuye a medida que la edad aumenta. Aunque no se pueden establecer comparaciones directas, los ejercicios excéntricos tienen un mayor efecto sobre la reducción de la incidencia de lesiones en isquiotibiales, y el



entrenamiento neuromuscular favorece la reducción de lesiones específicamente en rodilla (LCA), esguinces de rodilla y tobillo. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que los ejercicios neuromusculares se proponen como calentamiento para realizar el protocolo en un estado de ausencia de fatiga; por otro lado, los ejercicios excéntricos muestran una mayor efectividad al realizarlos al finalizar el entrenamiento. Las futuras investigaciones podrían emplear diseños más homogéneos con medidas estandarizadas y comparaciones directas entre intervenciones para fortalecer la evidencia científica disponible.

Referencias

- Achenbach, L., Bloch, H., Klein, C., Damm, T., Obinger, M., Rudert, M., Krutsch, W., & Szymiski, D. (2024). Four distinct patterns of anterior cruciate ligament injury in women's professional football (soccer): A systematic video analysis of 37 match injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 58(13), 709-716. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-107113>
- Akbari, H., Kuwano, S., & Shimokochi, Y. (2023). Effect of heading a soccer ball as an external focus during a drop vertical jump task. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 11(4), 23259671231164706. <https://doi.org/10.1177/23259671231164706>
- Al Attar, W. S. A., Soomro, N., Sinclair, P. J., Pappas, E., & Sanders, R. H. (2017). Effect of injury prevention programs that include the Nordic hamstring exercise on hamstring injury rates in soccer players: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47, 907-916. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0638-2>
- Arnason, A., Andersen, T., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(1), 40-48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
- Arribas-Romano, A., L. G.-G., & Chena-Sinovias, M. (2019). Factores de riesgo de la lesión de isquiotibiales en fútbol: revisión sistemática. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*. ISSN:1889-5050.
- Asgari, S. M., & Shahrbanian, S. (2019). Effects of a Warm up Program Consisted of Dynamic Stretch, Strength and Plyometric and Exercises (DSP) on Physical Health of Young Male Soccer Players with Prevention of Knee and Ankle Injuries Approach. *Iranian Journal of Health Education and Health Promotion*; 6 (4) : 413-420. <http://dx.doi.org/10.30699/acadpub.ijhehp.6.4.413>
- Brockett, C. L., Morgan, D. L., & Proske, U. (2004). Predicting hamstring strain injury in elite athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), 379-387. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000117165.75832.05>
- Byrd, E., Delextrat, A., Walsh, G., Taylor, L., & Sancese, A. (2023). Effects of sprint versus strength training on risk factors for hamstring injury in football players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 63(4), 580-587. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.22.14529-9>
- Cadu, J.-P., Goreau, V., & Lacourpaille, L. (2022). A very low volume of Nordic hamstring exercise increases maximal eccentric strength and reduces hamstring injury rate in professional soccer players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 31(8), 1061-1066. <https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0445>
- Chebbi, S., Chamari, K., Van Dyk, N., Gabbett, T., & Tabben, M. (2022). Hamstring injury prevention for elite soccer players: a real-world prevention program showing the effect of players' compliance on the outcome. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(5), 1383-1388. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003505>
- Daneshjoo, A., Mokhtar, A. H., Rahnama, N., & Yusof, A. (2013). Effects of the 11+ and Harmoknee warm-up programs on physical performance measures in professional soccer players. *Journal of sports science & medicine*, 12(3), 489-496.
- de Labra, C., Guimaraes-Pinheiro, C., Maseda, A., Lorenzo, T., & Millán-Calenti, J. C. (2015). Effects of physical exercise interventions in frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials. *BMC geriatrics*, 15, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s12877-015-0155-4>
- De Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129-133. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70043-1)
- de Oliveira, N. T., Medeiros, T. M., Vianna, K. B., Oliveira, G. D. S., Ribeiro-Alvares, J. B. de A., & Baroni, B. M. (2020). A four-week training program with the Nordic hamstring exercise during preseason

- increases eccentric strength of male soccer players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(4), 571–578. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200571>
- del Ama Espinosa, G., Pöyhönen, T., Aramendi, J. F., Samaniego, J. C., Knörr, J. I. E., & Kyröläinen, H. (2015). Effects of an eccentric training programme on hamstring strain injuries in women football players. *Biomedical Human Kinetics*, 7(1). <https://doi.org/10.1515/bhk-2015-0019>
- Elerian, A. E., El-Sayyad, M. M., & Dorgham, H. A. A. (2019). Effect of pre-training and post-training Nordic exercise on hamstring injury prevention, recurrence, and severity in soccer players. *Annals of rehabilitation medicine*, 43(4), 465-473. <https://doi.org/10.5535/arm.2019.43.4.465>
- Emery, C., & Meeuwisse, W. (2010). The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*, 44(8), 555-562. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.074377>
- Grassi, A., Macchiarella, L., Filippini, M., Lucidi, G. A., della Villa, F., & Zaffagnini, S. (2020). Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injury in Italian First Division Soccer Players. *Sports Health*, 12(3), 279–288. <https://doi.org/10.1177/1941738119885642>
- Green, S., Higgins, J., Alderson, P., Clarke, M., Mulrow, C., & Oxman, A. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0* [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration.
- Grosset, J.-F., Piscione, J., Lambert, D., & Pérot, C. (2009). Paired changes in electromechanical delay and musculo-tendinous stiffness after endurance or plyometric training. *European journal of applied physiology*, 105, 131-139. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0882-8>
- Guerra, V., Flórez, G., & Bustamante, S. (2019). Ejercicio excéntrico para profilaxis de lesiones del musculo Isquiotibial en deportes que impliquen aceleración y desaceleración. *Revista de Investigación e Innovación en Ciencias de la Salud*, 1(2), 76-86. <https://doi.org/10.46634/riics.25>
- Hammes, D., Aus der Fünten, K., Kaiser, S., Frisen, E., Bizzini, M., & Meyer, T. (2015). Injury prevention in male veteran football players—a randomised controlled trial using “FIFA 11+”. *Journal of sports sciences*, 33(9), 873-881. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.975736>
- Hasebe, Y., Akasaka, K., Otsudo, T., Tachibana, Y., Hall, T., & Yamamoto, M. (2020). Effects of Nordic hamstring exercise on hamstring injuries in high school soccer players: a randomized controlled trial. *International journal of sports medicine*, 41(03), 154-160. <https://doi.org/10.1055/a-1034-7854>
- Hewett, T. E., Ford, K. R., Hoogenboom, B. J., & Myer, G. D. (2010). Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 5(4), 234–251.
- Ishøi, L., Hölmich, P., Aagaard, P., Thorborg, K., Bandholm, T., & Serner, A. (2018). Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. *Journal of sports sciences*, 36(14), 1663-1672. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1409609>
- Kellis, E., & Blazevich, A. J. (2022). Hamstrings force-length relationships and their implications for angle-specific joint torques: a narrative review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1), 166. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00555-6>
- Kiani, A., Hellquist, E., Ahlqvist, K., Gedeborg, R., & Byberg, L. (2010). Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Archives of internal medicine*, 170(1), 43-49. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2009.289>
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Adaptaciones neuro-musculoesqueléticas y de rendimiento al entrenamiento pliométrico de las extremidades inferiores. *Sports Med*, 40, 859-895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>
- McKinley, P., & Pedotti, A. (1992). Motor strategies in landing from a jump: the role of skill in task execution. *Experimental brain research*, 90, 427-440. <https://doi.org/10.1007/BF00227257>
- Mora, M. L. A., Camargo, N. E., Cárdenas, P. A. B., Mora, J. C. V., Duarte, E. P., & Vasquez, L. A. V. (2018). Validación de un circuito que evalúa habilidades técnicas de fútbol. *Revista Investigación en Salud Universidad de Boyacá*, 5(2), 246-258.
- Naclerio Ayllón, F. J., Faigenbaum, A. D., Larumbe Zabala, E., Goss-Sampson, M., Pérez-Bilbao, T., Jiménez Gutiérrez, A., & Beedie, C. (2013). Effects of a low volume injury prevention program on the hamstring torque angle relationship. *Research in Sports Medicine*, 21(3), 253-263. <https://doi.org/10.1080/15438627.2013.792089>



- Olivares-Jabalera, J., Filter-Ruger, A., Dos'Santos, T., Afonso, J., Villa, F. della, Morente-Sánchez, J., Soto-Hermoso, V. M., & Requena, B. (2021). Exercise-based training strategies to reduce the incidence or mitigate the risk factors of anterior cruciate ligament injury in adult football (Soccer) players: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 24). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413351>
- Owoeye, O. B. A., Akinbo, S. R. A., Tella, B. A., & Olawale, O. A. (2014). Efficacy of the FIFA 11+ warm-up programme in male youth football: A cluster randomised controlled trial. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 321-328.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., . . . Brennan, S. E. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 39(11), 2296-2303. <https://doi.org/10.1177/0363546511419277>
- Rahlf, A. L., John, C., Hamacher, D., & Zech, A. (2020). Effects of a 10 vs. 20-min injury prevention program on neuromuscular and functional performance in adolescent football players. *Frontiers in physiology*, 11, 578866. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.578866>
- Rahlf, A. L., & 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. *Journal of sports sciences*, 38(19), 2177-2185. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1776459>
- Ramirez-campillo, R., Moran, J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., Lloyd, R. S., & Granacher, U. (2022). Programming Plyometric-Jump Training in Soccer: A Review. In *Sports* (Vol. 10, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/sports10060094>
- Raya-González, J., de Ste Croix, M., Read, P., & Castillo, D. (2020). A Longitudinal Investigation of muscle injuries in an elite spanish male academy soccer club: A hamstring injuries approach. *Applied Sciences*, 10(5), 1610. <https://doi.org/10.3390/app10051610>
- Ripley, N. J., Cuthbert, M., Comfort, P., & McMahon, J. J. (2023). Effect of additional Nordic hamstring exercise or sprint training on the modifiable risk factors of hamstring strain injuries and performance. *Plos one*, 18(3), e0281966. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281966>
- Robles-Palazón, F., & de Baranda, P. S. (2017). Programas de entrenamiento neuromuscular para la prevención de lesiones en jóvenes deportistas. Revisión de la literatura. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 6(2), 115-126. <https://doi.org/10.6018/300451>
- Sanchez-Sanchez, J., Torres Martin, L., Ramirez-Campillo, R., Castillo, D., & Raya-Gonzalez, J. (2024). The effects of jump training on measures of physical performance, lower extremities injury incidence and burden in highly trained male soccer players. *Research in Sports Medicine*, 32(1), 107-121. <https://doi.org/10.1080/15438627.2022.2079989>
- Silvers-Granelli, H., Mandelbaum, B., Adeniji, O., Insler, S., Bizzini, M., Pohlig, R., . . . Dvorak, J. (2015). Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. *The American journal of sports medicine*, 43(11), 2628-2637. <https://doi.org/10.1177/0363546515602009>
- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., . . . Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ*, 337. <https://doi.org/10.1136/bmj.a2469>
- Thelin, N., Holmberg, S., & Thelin, A. (2006). Knee injuries account for the sports-related increased risk of knee osteoarthritis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(5), 329-333. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00497.x>
- Tumiñá-Ospina, D., Rivas-Campo, Y., García-Garro, P., Gómez-Rodas, A., & Afanador, D. F. (2022). Efectividad de los ejercicios nórdicos sobre la incidencia de lesiones de isquiotibiales en futbolistas profesionales y amateur masculinos entre los 15 y 41 años. Revisión sistemática. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 11(3), 47-65. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2022.v11i3.15338>
- van de Hoef, P. A., Brink, M. S., Huisstede, B. M., van Smeden, M., de Vries, N., Goedhart, E. A., . . . Backx, F. J. (2019). Does a bounding exercise program prevent hamstring injuries in adult male soccer players?—A cluster-RCT. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(4), 515-523. <https://doi.org/10.1111/sms.13353>



- van der Horst, N., Smits, D.-W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. (2015). The preventive effect of the Nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 43(6), 1316-1323. <https://doi.org/10.1177/0363546515574057>
- Van Hooren, B., & Bosch, F. (2017). Is there really an eccentric action of the hamstrings during the swing phase of high-speed running? Part I: a critical review of the literature. *Journal of sports sciences*, 35(23), 2313-2321. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1266018>
- Vatovec, R., Marušič, J., Marković, G., & Šarabon, N. (2021). Effects of Nordic hamstring exercise combined with glider exercise on hip flexion flexibility and hamstring passive stiffness. *J Sports Sci*, 39(20), 2370-2377. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1933350>
- Waldén, M., Hägglund, M., Werner, J., & Ekstrand, J. (2011). The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 19, 3-10. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1172-7>
- Weineck, J., & Dreyfus, P. (1985). Anatomie fonctionnelle du sportif. *Elsevier Masson*
- Whalan, M., Lovell, R., Steele, J. R., & Sampson, J. A. (2019). Rescheduling Part 2 of the 11+ reduces injury burden and increases compliance in semi-professional football. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(12), 1941-1951. <https://doi.org/10.1111/sms.13532>
- Wingfield, K. (2013). Neuromuscular training to prevent knee injuries in adolescent female soccer players. *Clinical journal of sport medicine*, 23(5), 407-408. <https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000433153.51313.6b>
- Woods, C., Hawkins, R., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., & Hodson, A. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. *British journal of sports medicine*, 38(1), 36-41. <https://doi.org/10.1136/bjism.2002.002352>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Luis Carlos Tangarife-Gálvez	luistangarife912@gmail.com	Autor/a
Carlos Andrés López-Charria	carloslcharria@gmail.com	Autor/a
Oscar Steven Montes-Garces	Oscarmontes.garces@gmail.com	Autor/a
Sofia Zapata-Gil	szapata17@areandina.edu.co	Autor/a
Diego Fernando Afanador-Restrepo	diegofre@unicauca.edu.co	Autor/a

