



Ejercicio excéntrico como protocolo de intervención para la profilaxis y rehabilitación de lesiones en deportistas. Una revisión sistemática

Eccentric exercise as an intervention protocol for injury prophylaxis and rehabilitation in athletes. A systematic review

Autores

Nayro Isaac Domínguez-Gavia¹
Ramón Candia-Luján¹
Kevin Fernando Candia-Sosa¹
Raúl Eduardo Acosta-Carreño¹
Claudia Ivette Herrera-Covarrubias¹

¹ Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua (México).

Autor de correspondencia:
Nayro Isaac Domínguez-Gavia
nidominguez@uach.mx

Cómo citar en APA

Domínguez-Gavia, N. I., Candia-Luján, R., Candia-Sosa, K. F., Acosta-Carreño, R. E., & Herrera-Covarrubias, C. I. (2025). Ejercicio excéntrico como protocolo de intervención para la profilaxis y rehabilitación de lesiones en deportistas. Una revisión sistemática. *Retos*, 63, 144–155.
<https://doi.org/10.47197/retos.v63.109368>

Resumen

Introducción: En la actualidad, el estrés físico generado durante la práctica deportiva ha desencadenado una serie de lesiones agudas y crónicas impidiendo al deportista su funcionalidad. El ejercicio excéntrico es un protocolo que se ha implementado para la prevención y rehabilitación de estas lesiones en diversas disciplinas deportivas.

Objetivo: Determinar los efectos del entrenamiento excéntrico como protocolo en la profilaxis y rehabilitación de lesiones en deportistas.

Metodología: Se llevó a cabo una revisión sistemática de artículos con el tema de interés entre marzo y abril del 2024. Para cumplir con el objetivo se realizó una búsqueda en las bases de datos *Scopus*, *Pubmed* y *Google Scholar* con las palabras clave “*eccentric training*” AND “*injury prevention*” OR “*eccentric exercise*” AND “*injury rehabilitation*”.

Resultados: Un total de 370 estudios fueron identificados, seleccionando 11 para esta revisión. En todos los estudios se aplicó un entrenamiento excéntrico para prevención o rehabilitación de lesiones.

Conclusión: El entrenamiento excéntrico es una metodología que parece tener efectos benéficos para la prevención y rehabilitación de lesiones en deportistas cuando se aplican protocolos isoinerciales, isocinético excéntrico, sobrecarga excéntrica e incluso con el propio peso corporal.

Palabras clave

Deportistas; entrenamiento excéntrico; lesiones deportivas; prevención; rehabilitación.

Abstract

Introduction: At present, physical stress during sport practice has triggered a series of acute and chronic injuries banned the athlete from its functionality. Eccentric exercise it's a protocol that has been implemented for the prevention and rehabilitation of these injuries in various sports disciplines.

Objective: To determine the effects of eccentric training as a protocol in the prophylaxis and rehabilitation of injuries in athletes.

Methodology: A systematic review of articles with the topic of interest was carried out between march and april of 2024. To achieve de objective a quest was carried out in databases *Scopus*, *Pubmed* & *Google Scholar* utilizing the keywords “*eccentric training*” AND “*injury prevention*” OR “*eccentric exercise*” AND “*injury rehabilitation*”.

Results: A total of 370 studies were identified, selecting 11 for this review. In all of studies, an eccentric training was applied to prevention or rehabilitation of injuries.

Conclusion: The eccentric training it is a methodology that seems to have beneficial effects for the prevention and rehabilitation of injuries in athletes when isoinertial, eccentric isokinetic, eccentric overload and even with body weight protocols are applied.

Keywords

Athletes; eccentric training; prevention; rehabilitation; sports injuries.

Introducción

En la actualidad, el estrés físico generado por la práctica deportiva ha desencadenado un sinnúmero de lesiones agudas y crónicas. Una lesión es un agente que causa daño o alteración en la estructura de algún tejido imposibilitando al atleta, impidiéndole su funcionalidad, esta se puede presentar en la práctica deportiva o competición. Estas lesiones muestran diversas tasas según su naturaleza: entre 0.8 a 90.9 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento y entre 3.1 y 54.8 lesiones por cada 1000 horas de competencia (Osorio-Ciro et al., 2007).

Cabe destacar que, las causas de lesiones son variadas, no obstante, las más relacionadas son: la intensidad, volumen y carga del entrenamiento; así como la falta de sueño. Estos factores parecen estar más relacionados con lesiones de carácter crónico, más que por un evento agudo (An y Chuo, 2023). Las lesiones afectan no solo la región muscular, sino también produce alteraciones a nivel nervioso lo que provoca cambios neuroplásticos en miembros comprometidos y sanos, además, de modificar los estímulos nerviosos centrales y periféricos (Ryan et al., 2022). Entre las lesiones más comunes a nivel deportivo se encuentran: rotura de ligamento cruzado anterior (LCA) (Genc et al., 2023; Vidmar et al., 2020), rotadores de hombro (Chen et al., 2023) y aductores (Kaur et al., 2023).

El ejercicio excéntrico se realiza bajo diferentes protocolos, el objetivo principal es desarrollar una tensión máxima durante el alargamiento del músculo, la cual es mayor que durante el acortamiento, por ello, hacer énfasis en la fase excéntrica es de suma importancia ya que aporta muchos beneficios para el rendimiento de los atletas, entre ellos, la rehabilitación y profilaxis de lesiones. Esto gracias al bajo coste metabólico, mayor producción de fuerza, menor activación muscular y ganancias de masa muscular más rápido, lo anterior en comparación a las acciones concéntricas (Beato et al., 2019; Faller et al., 2021; Raya-González et al., 2020). La mayoría de las lesiones deportivas se presentan en la parte final de algún movimiento, como la fase de frenado en la que las fibras musculares manifiestan la fase excéntrica, por ello, uno de los factores de riesgo es la falta de fuerza muscular excéntrica (de Oliveira et al., 2020). Debido a lo anterior, en el ámbito deportivo el entrenamiento excéntrico se ha tomado como un protocolo fiable para prevenir el riesgo de lesiones, además, de ser utilizado en la rehabilitación y readaptación deportiva (Harris-Love et al., 2021). Aunado a ello, el ejercicio de carácter excéntrico es recomendable en pacientes que sufren de debilidad muscular y esquelética luego de una intervención quirúrgica o alguna lesión articular (Lepley et al., 2023).

Una de las características de las acciones musculares excéntricas en comparación a las concéntricas es que, a nivel neuromuscular producen un mayor estrés, esto es debido a que, durante el alargamiento de las fibras musculares en la fase excéntrica los filamentos de actina y miosina se alejan uno del otro, sin embargo, a pesar de esa separación los filamentos siguen conectados entre sí. Esto hace que la tensión muscular excéntrica sea más agresiva que la concéntrica, ya que al alejarse la actina de la miosina se produce mayor fuerza muscular y una mejora a nivel neuromuscular lo que es de suma importancia en la prevención de lesiones (Kozin et al., 2022). Tomando en cuenta lo anterior, el ejercicio de carácter excéntrico ha sido utilizado ampliamente (entre un 67%-98%) por diversos profesionales del deporte, entre los que destacan: preparadores físicos y fisioterapeutas como metodología en la prevención y rehabilitación de lesiones (Nuzzo et al., 2023).

Debido a lo anterior, el entrenamiento excéntrico se recomienda en fases iniciales de cualquier programa de entrenamiento, en las primeras tres semanas, esto con el objetivo de disminuir el daño muscular y el DOMS (Delayet Onset Muscle Soreness, por sus siglas en inglés), por ello, se recomienda este tipo de ejercicio con una frecuencia de tres veces por semana (Hoppeler, 2016).

Otro factor importante es el efecto protector que el entrenamiento excéntrico brinda contra el daño y el dolor muscular tardío, esto luego de realizar una sesión de ejercicios de características excéntricas, por ello, las acciones excéntricas ayudan en la recuperación muscular y tendinosa ya que este efecto permite mayores adaptaciones mecánicas, celulares y nerviosas (McHugh, 2003).

Por ello, el objetivo del presente documento es determinar los efectos del entrenamiento excéntrico como protocolo de intervención en la profilaxis y rehabilitación de lesiones en deportistas.

Método

Para cumplir el objetivo antes mencionado, se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo los lineamientos propuestos por la declaración PRISMA (Page et al., 2021).

Estrategia de búsqueda

La búsqueda de artículos se realizó en las bases de datos *Scopus*, *Pubmed* y en el motor de búsqueda *Google Scholar* en los meses de marzo y abril del 2024. Se utilizaron las palabras clave “*eccentric training*” AND “*injury prevention*” OR “*eccentric exercise*” AND “*injury rehabilitation*”.

Un total de 370 artículos fueron seleccionados, de ellos, luego de hacer el filtro por título, resumen y texto completo se descartaron 359, quedando 11 para esta revisión.

Se aplicó la estrategia PICO (Landa-Ramírez y Arredondo-Pantaleón, 2014), esto con el fin de asentar la elegibilidad de los artículos elegidos. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: que fueran estudios originales, que los participantes fueran atletas de cualquier nivel, que llevaran a cabo la rehabilitación o profilaxis de alguna lesión, que se aplicara un protocolo de ejercicios o entrenamiento excéntrico y que los estudios fueran del año 2020 a la fecha.

Los puntos clave de aplicar la metodología PICO son los siguientes:

P. Paciente o problemática (*Population*): se trata de elegir la problemática o fenómeno de interés en los participantes lo que coadyuva al proceso de selección.

I. Intervención (*Intervention*): se refiere al tipo de intervención, la cual puede ser preventiva, terapéutica o diagnóstica, según sea el caso.

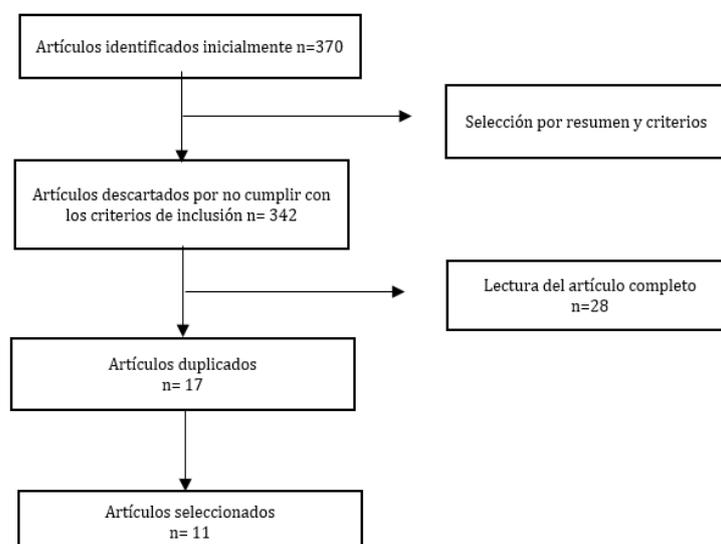
C. Comparación (*Comparison*): se relaciona con la comparación de una investigación o intervención alternativa con la cual se puede hacer una comparación, sin embargo, no siempre se realiza. En ese caso cambia PICO por PIO.

O. Resultados (*Outcome*): se hace alusión a los resultados esperados o a las consecuencias de interés.

Proceso de selección

La Figura 1 muestra los pasos para la selección de los artículos incluidos para esta revisión. Para la elección de estudios primero se leyó el título de los documentos identificados, posteriormente se leyó el resumen y si este contenía la información de interés se buscaba el artículo completo para poder incluirlo o descartarlo en esta revisión según los criterios de inclusión. Posteriormente se llenaba una hoja de Excel con la información de los artículos para el análisis de los datos.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos.



Valoración de la calidad metodológica

Se evaluó mediante la escala PEDro (Vega et al., 2019) para establecer la calidad metodológica de los estudios seleccionados. La escala consta de 11 puntos para su evaluación, no obstante, debido al tipo de estudios es difícil cumplir con el cegamiento en algunos de ellos. Por ello, se estableció que aquellos artículos con una puntuación arriba de 6 contaban con una buena calidad metodológica.

Resultados

En la tabla 1 se muestran los hallazgos principales de cada artículo seleccionado para esta revisión. Siete de ellos se enfocaron en la profilaxis de lesiones aplicando ejercicio de carácter excéntrico, de los cuales, seis se aplicaron en jugadores de fútbol soccer mediante el *curl* nórdico como ejercicio principal, uno más se enfocó en fútbol soccer, fútbol gaélico, hurling y rugby.

Cuatro estudios aplicaron un protocolo excéntrico como método de rehabilitación, de ellos, dos se enfocaron en tendinopatía rotuliana en deportistas de distintas disciplinas, el ejercicio aplicado fue la sentadilla unilateral excéntrica. Por último, dos estudios se enfocaron en rehabilitar lesiones de ligamento cruzado anterior en atletas profesionales y recreacionales aplicando sentadilla isoinercial, extensión de pierna isocinética excéntrica, Copenhague excéntrico, sentadilla búlgara isoinercial, hip thrust y peso muerto rumano.

El tiempo que duró el entrenamiento para la prevención de lesiones fue lo equivalente a la duración de la temporada de juego la cual oscilaba entre 21-52 semanas, incluso se evaluó durante distintas temporadas de juego. Mientras que los protocolos de rehabilitación tuvieron una duración mínima de 6 semanas y un máximo de 24 semanas.

La carga del entrenamiento variaba según los ejercicios, con autocarga, pesos libres, máquinas isocinéticas (Velocidad angular de 60°/s) e isoinerciales (inercias de 0.075 kg/m² y de 0.11 kg/m²) según el nivel y tipo de sujeto.

Tabla 1. Principales resultados de los artículos elegidos para esta revisión

Autor	Año	Muestra	Deporte	Duración	Lesión	Tipo de entrenamiento	Carga	Comparación	Principales resultados	Cal. Met.
Stojanović et al.	2023	14 h y 8 m	Soccer, balonmano y basquetbol	6 semanas	Ligamento cruzado anterior	Excéntrico rehabilitación mediante media sentadilla isoinercial, <i>curl</i> Copenhague excéntrico, peso muerto romano isoinercial, <i>curl</i> de pierna en pelota suiza, <i>hip thrust</i> isoinercial y sentadilla búlgara isoinercial	Inercia de 0.075 kg/m ²	Ejercicio concéntrico con una carga del 80%: sentadilla española, Copenhague concéntrico, peso muerto rumano con pesos libres, hip thrust, <i>curl</i> de pierna, sentadilla búlgara	↑ Capacidad de salto y en el single y triple <i>hoop</i> test en el grupo excéntrico en comparación al grupo concéntrico	7
Chebbi et al.	2022	116 h	Soccer	Temporada completa	n/a	Excéntrico preventivo mediante el <i>curl</i> nórdico	Autocarga	n/a	↓ Riesgo de lesión	6
Caddu et al.	2022	23 h	Soccer	21 semanas	n/a	Excéntrico preventivo mediante el <i>curl</i> nórdico	Autocarga	Control	↑ Fuerza excéntrica y ↓ riesgo de lesión 2.7 veces	6
Vidmar et al.	2020	15 h	Atletas de diferentes disciplinas n/e	6 semanas	Ligamento cruzado anterior	Excéntrico rehabilitación mediante extensión de pierna	Velocidad angular de 60°/s	Extensión de pierna excéntrica al 80% del torque máximo	↑ Fuerza excéntrica, masa muscular y fuerza isométrica y después de la intervención isocinética excéntrica en comparación al excéntrico con peso libre.	10
Breda et al.	2020	38 n/e	Atletas de diferentes disciplinas n/e	24 semanas	Tendinopatía rotuliana	Excéntrico rehabilitación mediante sentadilla unilateral con inclinación	Pesos libres n/e carga	Ejercicios de sobrecarga progresiva para el tendón: isotónicos, isométricos y explosivos 70% MIVC	↑ Escala VISA 28 puntos con 43% de regreso al deporte en los sujetos que realizaron los ejercicios de sobrecarga progresiva para el tendón	10
Lee et al.	2020	34 n/e	Voleibol, balonmano y basquetbol	12 semanas	Tendinopatía rotuliana	Excéntrico rehabilitación	5 kg peso libre en espalda	Mismos ejercicios más terapia de ondas de choque	↑ En la rigidez tendinosa, ↓ de dolor y daño en el protocolo excéntrico aislado en comparación al excéntrico combinado	7
Elerian et al.	2019	34 h	Soccer	12 semanas	n/a	Excéntrico preventivo mediante <i>curl</i> nórdico	Autocarga	Control	↓ Riesgo de lesión	7
de Hoyo et al.	2015	36 h	Soccer	10 semanas	n/a	Excéntrico preventivo mediante media sentadilla y <i>curl</i> femoral isoinercial	Inercia de 0.11 kg/m ²	Control	↓ Riesgo de lesión y ↑ en velocidad y capacidad de salto en el grupo excéntrico	6
del Ama Espinosa et al.	2015	43 m	Soccer	21 semanas	n/a	Excéntrico preventivo mediante <i>curl</i> nórdico y ejercicios excéntricos con bandas de resistencia	Autocarga	Control	↓ Riesgo de lesión en un 81% en el grupo excéntrico	11
Naclerio et al.	2015	32 h	Soccer	6 semanas	n/a	Excéntrico preventivo mediante <i>curl</i> nórdico, peso muerto	Autocarga	Control y grupo que realizaba ejercicios	↓ Riesgo de lesión y ↑ aumento en el torque	7



						unilateral y bilateral		inestables	en el grupo excéntrico	
McHugh et al.	2014	10 h y 2 m	Soccer, hurling, fútbol gaélico y rugby	6 semanas	n/a	Excéntrico preventivo mediante <i>curl</i> nórdico	Autocarga	n/a	↓ Riesgo de lesión, ↓ del ángulo de penetración, ↑ del torque y ↑ tolerancia al estiramiento	6

h= hombres, m= mujeres, n/a= no aplica, kg /m2= kilogramos sobre metro cuadrado, °/s= grados sobre segundo, n/e= no especifica kg= kilogramo %= porcentaje, MIVC= contracción isométrica máxima voluntaria, VISA= escala visual análoga, ↑= incremento, ↓= disminución, Cal. Met.= calidad metológica

Discusión

El objetivo de esta revisión es determinar los efectos del entrenamiento excéntrico como herramienta en la profilaxis y rehabilitación de lesiones en deportistas. Lo anterior, debido a que las acciones musculares excéntricas aportan beneficios a nivel muscular y tendinoso (Vogt y Hoppeler, 2014).

Si bien, las lesiones tienen distintas etiologías, aquellas que son a nivel muscular y tendinoso son las más comunes en los deportes, esto impide al atleta poder desempeñar su función deportiva. Por ello, el regreso al deporte es la principal meta a lograr después de un proceso de rehabilitación, o incluso no llegar a ello, previniendo y fortaleciendo al deportista, siendo el entrenamiento excéntrico una excelente herramienta para lograrlo (Faller et al., 2021).

Profilaxis de lesiones mediante el entrenamiento excéntrico

Este estudio encontró siete investigaciones relacionadas con la prevención de lesiones. Seis de estos estudios se llevaron a cabo en jugadores de fútbol soccer, el cual es un deporte con altas demandas de acciones intermitentes y explosivas, por ello, la habilidad de producir potencia muscular no solo es indicador de buen rendimiento, además, coadyuva al jugador a ser menos susceptible a lesiones (Raya-González et al., 2020).

Las lesiones más comunes en el fútbol soccer son aquellas de carácter muscular y tendinoso, principalmente en el bíceps femoral con una incidencia del 37%. Por ello, la profilaxis mediante un programa de fortalecimiento es fundamental (Ekstrand et al., 2011).

Chebbi et al. (2020) llevaron a cabo un estudio en jugadores profesionales de fútbol soccer con el objetivo de conocer el efecto preventivo de lesión aplicando un entrenamiento excéntrico enfocado al bíceps femoral con el ejercicio de *curl* nórdico. Sus resultados presentaron mejoras en la prevención de lesiones y disminución en la incidencia de estas. Cabe resaltar que el estímulo excéntrico se aplicó con un tiempo bajo tensión de 4 segundos. Estos resultados pueden atribuirse al efecto protector del entrenamiento excéntrico ante el dolor muscular (McHugh, 2003), además, la adición de sarcómeros en serie que se forman luego del estímulo excéntrico (Harris-Love et al., 2021). De la misma manera, estos hallazgos concuerdan con lo encontrado por Beato et al. (2021) quienes sugieren que el protocolo excéntrico aplicado en el *curl* nórdico es una herramienta eficaz para prevenir lesiones.

Otro estudio aplicado en fútbol soccer fue realizado por Caddu et al. (2022) cuyo objetivo era el fortalecimiento y prevención de lesiones mediante un programa de bajo volumen (1 set x 3 repeticiones) en el *curl* nórdico excéntrico. Los resultados resaltaron la mejora de fuerza y prevención de lesiones. A pesar del bajo volumen de entrenamiento, los resultados pueden ser gracias al efecto residual de las acciones musculares excéntricas, el cual puede perdurar hasta por seis meses (Coratella y Schena, 2016). Esto es de suma importancia debido a que las temporadas de competición del fútbol soccer son largas, por ende, se busca que el jugador mantenga un óptimo estado de forma por más tiempo.

Si bien, ambos estudios (Caddu et al., 2022; Chebbi et al., 2020) se llevaron a cabo durante la temporada competitiva, se ha demostrado que con cuatro semanas de entrenamiento excéntrico en jugadores profesionales de fútbol soccer son efectivas para fortalecer el bíceps femoral y así, tener una menor incidencia de lesiones lo que sugiere que se puede incluso aplicar en cualquier etapa de la competición o temporada, sin la necesidad de largos periodos (de Oliveira et al., 2020). No obstante, los resultados pueden relacionarse con varios factores, entre ellos, nivel de fuerza del jugador, número de lesiones, adaptaciones al entrenamiento y exposición al factor lesivo, sin embargo, el entrenamiento excéntrico parece ser una buena opción para el fortalecimiento y la prevención de lesiones en jugadores profesionales de fútbol soccer. Además, se recomienda seguir un protocolo de entrenamiento excéntrico en atle-

tas desde edades tempranas, ya que este es la base para su posterior transferencia a cambios de dirección, desaceleración, potencia muscular y así, un mayor estado de forma sin riesgo de lesiones (Harris-Love et al., 2021; Raya-González et al., 2020).

Sumado a lo anterior, Elerian et al. (2019) encontraron efectivo un programa de prevención de lesiones realizando el *curl* nórdico aplicado a jugadores profesionales de fútbol soccer durante 12 semanas. Los resultados arrojaron un 92% menor riesgo de lesión luego de la intervención, sin embargo, a diferencia de lo encontrado por Caddu et al. (2022) y Chebbi et al. (2020) el protocolo de Elerian et al. (2019) se realizó antes y después de cada sesión de entrenamiento, es decir, como método de calentamiento y vuelta a la calma, por ello, los resultados de Elerian et al. (2019) pueden atribuirse a la activación del reflejo miotático de estiramiento antes de la sesión de entrenamiento principal lo que permite una mayor actividad neural, además, al aplicar el *curl* nórdico al final de la sesión puede ser que se estimule una sarcomerogénesis y aumente la longitud de estiramiento del fascículo muscular lo que ayuda a la prevención de lesiones ya que la titina se adapta a mayores exigencias de estiramiento (del Ama Espinosa et al., 2015). Además, el ejercicio excéntrico aplicado mediante el *curl* nórdico favorece la tolerancia al estiramiento, disminuye el ángulo de penetración y de torque muscular lo que evita lesiones por exceso de estiramiento (McHugh et al., 2013).

Otro estudio llevado a cabo por de Hoyo et al. (2015) se aplicó a jugadores profesionales de la categoría junior (Sub 19) mediante un protocolo de entrenamiento excéntrico isoinercial en sentadilla y *curl* femoral durante 10 semanas. Los resultados disminuyeron el riesgo de lesión debido al efecto preventivo del entrenamiento, además de mejorar en parámetros físicos de fuerza, potencia y velocidad. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Ekstrand et al. (2011) quienes manifiestan que las lesiones más comunes en el fútbol soccer afectan al cuádriceps y bíceps femoral, por ello, los programas de fortalecimiento y prevención de lesiones deben tomar en cuenta ejercicios enfocados a la cadena posterior y anterior. Otro factor importante en la prevención de lesiones es el ratio de fuerza entre cuádriceps y bíceps femoral lo que es fundamental en deportistas (Ruas et al., 2019), por ello, los resultados encontrados por de Hoyo et al. (2015) fueron favorables ya que la metodología utilizada se enfocó tanto a cuádriceps como a bíceps femoral lo que permite un mayor control neuromuscular y fortalecimiento específico de la musculatura utilizada en juegos de fútbol soccer.

En otra intervención realizada por del Ama Espinosa et al. (2015) en jugadoras profesionales de fútbol soccer durante 21 semanas evidenció la efectividad del entrenamiento excéntrico para la prevención de lesiones ya que luego del plan de entrenamiento hubo una disminución del 81% en la tasa de lesiones. Los ejercicios utilizados fueron el *curl* nórdico y ejercicios con bandas de resistencia haciendo énfasis en la fase excéntrica. Sin embargo, hubo disminución en la fuerza y el ratio de fuerza entre cuádriceps y bíceps femoral contrario a lo encontrado por de Hoyo et al. (2015), tal vez, esos hallazgos fueron debido al efecto de aprendizaje y el complejo inhibición-activación de la musculatura agonista-antagonista (Higbie et al., 1996), además, del Ama Espinosa et al. (2015) aplicaron su protocolo en mujeres lo que puede marcar diferencia debido a las notables diferencias anatómicas y hormonales en comparación a los hombres por lo que, estos resultados tal vez se debieron al efecto protector del entrenamiento excéntrico sobre las unidades musculares y tendinosas y no al nivel de fuerza (Harris-Love et al., 2021).

McHugh et al. (2013) llevaron a cabo una intervención durante seis semanas en jugadores de fútbol soccer, fútbol gaélico, hurling y rugby obteniendo resultados positivos en cuanto a la fuerza, torque, tolerancia al estiramiento y reduciendo la tasa de lesiones. Este estudio en particular dio seguimiento seis meses después encontrando que los participantes no volvieron a lesionarse, por lo que, el entrenamiento excéntrico mediante el *curl* nórdico parece tener efecto protector durante ese tiempo, lo que está acorde con Coratella y Schena (2016) quienes manifiestan que el entrenamiento excéntrico tiene efectos residuales hasta por seis meses después de la intervención.

Además, una de las ventajas del estudio de McHugh et al. (2013) es que no fue necesario utilizar máquinas especializadas para sobrecargar la fase excéntrica. Lo anterior coincide con Caddu et al. (2022), Chebbi et al. (2020) y Elerian et al. (2019) ya que todos esos estudios aplicaron el *curl* nórdico como ejercicio en sus intervenciones, el cual se realiza con el propio peso corporal del participante. Sin embargo, a diferencia de McHugh et al. (2013) los estudios antes mencionados no llevaron un seguimiento post intervención, por lo que, no se puede asegurar que el efecto residual sea igual para todos, además, tomando en cuenta el tipo de deportes en los que se realizaron las investigaciones lo que pudo ser factor importante en los resultados obtenidos.



A su vez, Naclerio et al. (2015) aplicaron un protocolo de ejercicios excéntricos en jugadores de fútbol soccer y lo compararon contra ejercicios de inestabilidad, sus resultados mostraron un aumento en el ángulo de torque en el grupo excéntrico en comparación al otro grupo, no obstante, ambos protocolos fueron positivos para prevenir lesiones. Estos resultados pueden asociarse con los cambios estructurales que se presentan durante el entrenamiento excéntrico, en el caso del *curl* nórdico el cual disminuye el ángulo de penetración y aumenta la longitud del fascículo muscular lo que favorece mayor producción de fuerza y disminución del riesgo de lesión (Alonso-Fernández et al., 2018). No obstante, a diferencia de lo encontrado por McHugh et al. (2013) el efecto residual se disipó después de cuatro semanas de desentrenamiento en el protocolo de Alonso-Fernández et al. (2018), sin embargo, esto puede deberse a que los participantes en el estudio de McHugh et al. (2013) eran deportistas lo que conserva mayores efectos residuales en comparación a personas no deportistas debido a los procesos neuromusculares y de memoria.

Rehabilitación de lesiones mediante el entrenamiento excéntrico

Las lesiones son un impedimento para que el atleta desempeñe sus habilidades durante un entrenamiento o incluso la competición. Una vez que estas se presentan el retorno a la actividad deportiva es el objetivo principal del atleta, con ello, el protocolo de rehabilitación que ayude a agilizar el proceso garantizando las condiciones óptimas para ello (Wille et al., 2022). Tomando en cuenta lo anterior, el ejercicio excéntrico aporta mejoras a nivel muscular y tendinoso al utilizarse como protocolo de rehabilitación de lesiones y a su vez para mejorar el rendimiento en deportistas (Hammami et al., 2022).

En el presente documento se presentan cuatro estudios que se enfocaron en la rehabilitación de alguna lesión (dos aplicados en lesión de ligamento cruzado anterior y dos en tendinopatía rotuliana) mediante un protocolo excéntrico.

Rehabilitación de ligamento cruzado anterior aplicando un protocolo excéntrico

Stojanović et al. (2023) llevaron a cabo un programa de rehabilitación enfocado al ligamento cruzado anterior en atletas profesionales de fútbol soccer, balonmano y basquetbol con el objetivo de regresarlos lo más rápido posible a la actividad deportiva. El protocolo se aplicó con ejercicios en máquina isoinercial durante seis semanas, además, se comparó con el entrenamiento tradicional (excéntrico-concéntrico). Los resultados presentaron mejoras en la capacidad de salto unilateral y bilateral, además de obtener un tamaño del efecto superior en comparación al entrenamiento tradicional, otro factor importante fue la ganancia de fuerza en los miembros lesionados lo que disminuyó el riesgo de lesión y facilitó el proceso de rehabilitación. Estos hallazgos concuerdan con lo descrito por Mosteiro-Muñoz y Domínguez (2017) quienes manifiestan que el entrenamiento isoinercial excéntrico es una buena opción para rehabilitar lesiones de rodilla después de 12 semanas de tratamiento. Sin embargo, Stojanović et al. (2023) solo lo aplicaron durante seis semanas los resultados pueden deberse a que dicho programa fue en la fase final de rehabilitación, además, se debe tomar en cuenta que los atletas de élite tienen mayores niveles de fuerza, lo que facilita el proceso de rehabilitación. Otro factor importante es el tipo y tiempo de entrenamiento que se llevaba a cabo antes de la lesión y rehabilitación, si bien no se especifica eso en el estudio de Stojanović et al. (2023), atletas que entrenan fuerza como complemento en su preparación mediante un entrenamiento excéntrico pueden llegar a mantener efectos residuales de la misma hasta por seis meses lo que puede tener efectos positivos en los procesos de rehabilitación (Coratella y Schena, 2016).

Vidmar et al. (2020), realizaron protocolo de rehabilitación en atletas recreacionales de diferentes disciplinas (no específica) con cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Se aplicó un entrenamiento de carácter isocinético excéntrico y otro excéntrico aislado. Los resultados luego de seis semanas de intervención evidenciaron la efectividad de ambos entrenamientos, sin embargo, el protocolo de índole isocinético excéntrico obtuvo mayores ganancias en fuerza, aumento de masa muscular y funcionalidad en comparación al protocolo excéntrico aislado. No obstante, ambos se recomiendan para el proceso de rehabilitación en deportistas que hayan tenido una intervención quirúrgica y poder regresarlos lo más rápido posible a la actividad. Estos resultados están acorde con lo descrito por Nuzzo et al. (2023) quienes describen el uso de máquinas especializadas para aislar o acentuar el trabajo excéntrico en diversas modalidades como una herramienta factible para la rehabilitación de lesiones. De la misma manera, lo encontrado por Vidmar et al. (2020) coincide con Lepley y Palmieri-Smith (2013) quienes

recomiendan la aplicación de un entrenamiento excéntrico para la rehabilitación y fortalecimiento luego de una intervención quirúrgica del ligamento cruzado anterior.

Si bien, ambos estudios, tanto el de Vidmar et al. (2020) como el de Stojanović et al. (2023) arrojaron evidencia positiva en cuanto a la efectividad de rehabilitación del ejercicio excéntrico en deportistas con lesión del ligamento cruzado anterior se debe considerar el nivel de los atletas ya que Stojanović et al. (2023) aplicaron la intervención en deportes como fútbol soccer, balonmano y basquetbol, en dichas disciplinas los esfuerzos son de carácter intermitente y a máxima intensidad, por ello, lo más factible sería conocer si hubo incidencia de lesión luego de la vuelta al juego, empero, esto no es posible debido a que no se indica si hubo o no un seguimiento después del programa. Además, se debe contemplar el componente de los múltiples cambios de dirección al momento de planear un entrenamiento y más si se trata de un protocolo excéntrico, ya que esta acción muscular es la que se encarga de absorber la energía y poder frenar antes de iniciar otro movimiento. Lo anterior no solo ayuda a la preparación y fortalecimiento, sino a prevenir futuras lesiones (Gonzalo-Skok et al., 2017; Vogt y Hoppeler, 2014).

Rehabilitación de tendinopatía rotuliana aplicando un protocolo excéntrico

El entrenamiento de índole excéntrico ha demostrado ser eficaz en padecimientos tendinosos tales como la tendinopatía, por ello, se recomienda su aplicación para fines de rehabilitación y prevención de lesiones ya que brinda un efecto protector a nivel articular, muscular y tendinoso en el complejo rotuliano (Faller et al., 2021) lo que indica su fiabilidad y efectividad para aplicarse en deportistas.

Lee et al. (2020) implementaron un programa de rehabilitación enfocado al ligamento cruzado anterior en atletas de voleibol, basquetbol y balonmano. El protocolo se llevó a cabo con el ejercicio de sentadilla unilateral inclinada con peso en el lado afectado. Luego de 12 semanas de entrenamiento hubo mejoras en la composición del tendón y disminución del dolor después de la intervención lo que permitió una rehabilitación efectiva. Esta evidencia está de acuerdo con Mosteiro-Muñoz y Domínguez (2017) quienes explican que luego de 12 semanas de entrenamiento excéntrico isoercial hay mejoras en la rehabilitación de personas con tendinopatía rotuliana, sin embargo, a pesar de tener la misma duración no se puede llegar a una comparación concreta debido a la metodología utilizada. De la misma manera, los resultados de Lee et al. (2020) son parecidos a los encontrados en el estudio de Frohm et al. (2007) quienes llevaron a cabo la aplicación de un protocolo de rehabilitación excéntrico mediante sentadilla unilateral y bilateral en atletas con tendinopatía rotuliana, los resultados fueron favorables permitiendo el retorno al deporte.

Otro estudio llevado a cabo en atletas por Breda et al. (2021) en el que aplicaron dos protocolos, excéntrico y sobrecarga progresiva (isometría, excéntrico-concéntrico y saltos) con el fin rehabilitar a deportistas con tendinopatía rotuliana arrojó mejoras solamente en el grupo de sobrecarga en comparación al grupo excéntrico, estos resultados pueden deberse al efecto de potenciación post activación que las acciones isométricas ejercen sobre las acciones isotónicas y de carácter explosivo (Bogdanis et al., 2014), además, se ha asociado un efecto analgésico que presentan las acciones musculares isométricas sobre la tendinopatía rotuliana (Rio et al., 2015).

Sumado a ello, debido a que, Breda et al. (2021) aplicaron ejercicios que estimulan el ciclo estiramiento-acortamiento como los saltos que se consideran de índole pliométrico, lo que pudo ser una variable para que hubiese mayores beneficios en el grupo con sobrecarga que el grupo que llevó a cabo el protocolo excéntrico aislado. Lo antes mencionado puede ser debido a que, durante las fases de los ejercicios de pliometría se debe aterrizar y absorber energía elástica a nivel muscular, tendinoso y articular lo que provoca mejores adaptaciones a nivel óseo ya que estimula la producción de osteoclastos y a su vez, coadyuva a la síntesis química en la estructura ósea de manera diaria (Kuibida et al., 2021).

Sin embargo, lo anterior es difícil de comprobar ya que, Breda et al. (2021) no especificaron de cuales disciplinas deportivas se trata, con ello, tal vez se pudiera dar una mejor idea del tipo de entrenamiento y riesgos de lesión que se presentarían.

Los procesos de rehabilitación y prevención de lesiones no son más que un proceso de entrenamiento, por ello, deben llevar el componente de especificidad ya que no se puede concluir la efectividad del protocolo en la especialidad deportiva, lo anterior, debido a que en ocasiones la metodología utilizada no estimula los gestos deportivos específicos, por ello, es recomendable trabajar el entrenamiento excén-

trico en diferentes planos y direcciones para una rehabilitación con más enfoque a la especialidad deportiva (Gonzalo-Skok et al., 2017). De esa manera, se podrá comprender de una mejor manera la etiología de la lesión desde diversos procesos, tanto neurales como biomecánicos ya que no se puede realizar una intervención sin conocer cómo y en cuáles situaciones ocurrió el proceso lesivo.

Aplicaciones prácticas

El entrenamiento de la fuerza es fundamental para la profilaxis y rehabilitación de lesiones, ya que, permite la readaptación deportiva de manera más rápida y eficiente. Además, protege al deportista en el índice de reincidencia de lesiones.

Por ello, los autores recomiendan la aplicación del ejercicio excéntrico en atletas, tanto en entrenamientos como en competencia o diferentes etapas de su planificación. Esto permitirá mayores efectos residuales y con ello, disminuir el riesgo de lesión, además, mantendrá el estado de forma deportiva por más tiempo.

Se recomienda un volumen entre 2-4 series de 5-10 repeticiones por ejercicio, haciendo énfasis en el tiempo bajo tensión y diferentes modalidades y velocidades de ejecución. Otro punto importante es trabajar mediante patrones de movimiento si se aplica como método de preparación física o en su defecto, de manera aislada en grupos musculares propensos a lesión o que, incluso ya estén en proceso de rehabilitación o readaptación deportiva. La frecuencia semanal puede referirse de 2-3 sesiones por semana por planos de movimiento o división de miembros torácicos superiores y miembros pélvicos inferiores. La intensidad deberá ser determinada mediante las evaluaciones individuales del deportista. Recordando que, se puede aplicar la metodología excéntrica de diversas maneras siempre y cuando se respeten los principios del entrenamiento y planificación.

La importancia de la fuerza nos hace entenderla como la capacidad física más importante, por ello, el autor principal de este estudio sugiere reconceptualizar dicho término para aplicarlo de manera más *ad hoc* a la ciencia del deporte.

“Proceso fisiológico, neural, eléctrico, químico, bioquímico, metabólico, miogeno y mecánico con el objetivo de estimular la activación y actividad de las fibras musculares produciendo tensión para vencer una resistencia interna o externa”

Lo anterior, debido a la necesidad de comprender que, no solo se debe estimular la parte física o mecánica, sino el conjunto de todos los procesos que se involucran para el desarrollo de la fuerza y sus diversas manifestaciones. Independientemente si se aplica en el entrenamiento deportivo, preparación física, readaptación deportiva, rehabilitación, prevención o readaptación de lesiones.

Limitaciones de la revisión

Si bien, esta revisión cumplió el objetivo planteado hubo limitaciones, las cuales, pudiesen haber aportado otra perspectiva. La más importante a criterio de los autores fue el número y diversidad de disciplinas deportivas, ya que, la mayoría de los estudios se realizaron en fútbol *soccer* y en lesiones de rodilla. Lo anterior deja entrevisto la necesidad de aplicar más protocolos en diferentes lesiones y sus respectivas etiologías. No obstante, esto puede deberse a que, aun existe el mito de no aplicar ejercicios de fuerza en procesos de rehabilitación o profilaxis de lesiones. Por ello, tal vez, la mayoría de los estudios se enfocan a deportes de índole profesional por la continuidad de actividad deportiva que ellos presentan entre práctica y competición lo que aumenta el tiempo de exposición ante un agente causal de lesión.

Conclusiones

Los resultados del presente artículo permiten concluir que el entrenamiento excéntrico es una metodología que parece tener efectos benéficos para la prevención y rehabilitación de lesiones en atletas de diferentes disciplinas cuando se aplican protocolos isoinerciales, isocinético excéntrico, sobrecarga excéntrica e incluso con el propio peso corporal.

Sin embargo, para llegar a una conclusión certera y definitiva se necesitan llevar a cabo más estudios



que ayuden a establecer de una mejor manera los parámetros de carga, intensidad, volumen y tipo de ejercicios o protocolos utilizados, así como, llevarlos a cabo en diferentes atletas y disciplinas deportivas.

Referencias

- Alonso-Fernández, D., Docampo-Blanco, P., & Martínez-Fernández, J. (2018). Changes in muscle architecture of biceps femoris induced by eccentric strength training with nordic hamstring exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(1), 88-94. <https://doi.org/10.1111/sms.12877>
- An, N., & Chuo, J. (2023). Effects of jump training on the repair of bone injuries. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329012022_0635
- Beato, M., Bigby, A. E., De Keijzer, K. L., Nakamura, F. Y., Coratella, G., & McErlain-Naylor, S. A. (2019). Post-activation potentiation effect of eccentric overload and traditional weightlifting exercise on jumping and sprinting performance in male athletes. *PloS one*, 14(9), e0222466. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222466>
- Bogdanis, G. C., Tsoukos, A., Veligekas, P., Tsolakis, C., & Terzis, G. (2014). Effects of muscle action type with equal impulse of conditioning activity on postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2521-2528. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000444>
- Breda, S. J., Oei, E. H., Zwerver, J., Visser, E., Waarsing, E., Krestin, G. P., & de Vos, R. J. (2021). Effectiveness of progressive tendon-loading exercise therapy in patients with patellar tendinopathy: a randomised clinical trial. *British journal of sports medicine*, 55(9), 501-509. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2020-103403>
- 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.
- Chen, J., Tian, X., & Zhang, J. (2023). The Effects of Isokinetic Eccentric Training on Strength Ratio and Neuromuscular Control of Internal and External Rotators of the Shoulder. *Chinese General Practice*, 26(12), 1485. <https://doi.org/10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0724>
- Contreras-Hernández, I., Falla, D., & Martínez-Valdes, E. (2022). Neuromuscular and structural tendon adaptations after 6 weeks of either concentric or eccentric exercise in individuals with non-insertional Achilles tendinopathy: protocol for a randomised controlled trial. *BMJ open*, 12(7), e058683. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-058683>
- Coratella, G., & Schena, F. (2016). Eccentric resistance training increases and retains maximal strength, muscle endurance, and hypertrophy in trained men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(11), 1184-1189. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0321>
- de Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015). Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 10(1), 46-52. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0547>
- de Oliveira, N. T., Medeiros, T. M., Vianna, K. B., dos Santos Oliveira, G., de Araujo Ribeiro-Alvares, J. B., & 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. <https://doi.org/10.26603/ijsp.20200571>
- 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>
- Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football



- (soccer). *The American journal of sports medicine*, 39(6), 1226-1232. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>
- 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. <https://doi.org/10.5535%2Farm.2019.43.4.465>
- Faller, B., Bonneau, D., Wooten, L., & Jayaseelan, D. J. (2021). Eccentric exercise in the prevention of patellofemoral pain in high-volume runners: A rationale for integration. *Sports Medicine and Health Science*, 3(2), 119-124. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2021.04.003>
- Frohm, A., Saartok, T., Halvorsen, K., & Renström, P. (2007). Eccentric treatment for patellar tendinopathy: a prospective randomised short-term pilot study of two rehabilitation protocols. *British journal of sports medicine*, 41(7), e7-e7. <https://doi.org/10.1136%2Fbjism.2006.032599>
- Genç, A. S., Güzel, N., Yılmaz, A. K., Ermiş, E., Pekesen Kurtça, M., Agar, A., & Kehribar, L. (2023). Post-Operative Modified All-Inside ACL Reconstruction Technique's Clinical Outcomes and Isokinetic Strength Assessments. *Diagnostics*, 13(17), 2787. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13172787>
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A. V., Arjol-Serrano, J. L., & Méndez-Villanueva, A. (2017). Eccentric-overload training in team sports functional performance: constant bilateral vertical versus variable unilateral multidirectional movements. *International journal of sports physiology and performance*. 12(7), 951-958. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0251>
- Hammami, R., Duncan, M. J., Nebigh, A., Werfelli, H., & Rebai, H. (2022). The effects of 6 weeks eccentric training on speed, dynamic balance, muscle strength, power, and lower limb asymmetry in pre-pubescent weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(4), 955-962. <https://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000003598>
- Harris-Love, M. O., Gollie, J. M., & Keogh, J. W. (2021). Eccentric exercise: adaptations and applications for health and performance. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(4), 96. <https://doi.org/10.3390/jfmk6040096>
- Higbie, E. J., Cureton, K. J., Warren III, G. L., & Prior, B. M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of applied physiology*.
- Hoppeler, H. (2016). Moderate load eccentric exercise; a distinct novel training modality. *Frontiers in physiology*, 7, 483. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00483>
- Kaur, S., Maurya, U. K., & Shenoy, S. (2023). Recovery of two elite footballers from adductor strain with dry needling and eccentric strengthening: Two case studies. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 35, 332-336. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2023.04.043>
- Kozin, S., Kozina, Z., Cretu, M., Boychuk, Y., Safronov, D., Korobeinik, V., & Chernozub, A. (2022). Use of closed chain exercises, eccentric exercises, and proprioceptive muscle facilitation to prevent elbow injuries in climbers: a randomized control trial. *Physiotherapy Quarterly*, 30(2), 90-99. <https://doi.org/10.5114/pq.2023.112871>
- Kuibida, V., Kokhanets, P., & Lopatynska, V. (2021). Mechanism of strengthening the skeleton using plyometrics. *Journal of Physical Education and Sport*, 21(3), 1309-1316. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.03166>
- Lee, W. C., Ng, G. Y. F., Zhang, Z. J., Malliaras, P., Masci, L., & Fu, S. N. (2020). Changes on tendon stiffness and clinical outcomes in athletes are associated with patellar tendinopathy after eccentric exercise. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30(1), 25-32. <http://dx.doi.org/10.1097/JSM.0000000000000562>
- Lepley, L. K., Stoneback, L., Macpherson, P. C., & Butterfield, T. A. (2023). Eccentric Exercise as a Potent Prescription for Muscle Weakness After Joint Injury. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 51(3), 109-116. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000319>
- Lepley, L. K., & Palmieri-Smith, R. M. (2013). Effect of eccentric strengthening after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength. *Journal of sport rehabilitation*, 22(2), 150-156. <https://doi.org/10.1123/jsr.22.2.150>
- McHugh, M. P. (2003). Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(2), 88-97. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.02477.x>



- McHugh, N., McAuliffe, S., & O'Sullivan, K. (2014). Eccentric training for hamstring injury, and its relationship to strength and flexibility: A case-series. *Physiotherapy practice and Research*, 35(2), 111-122. <https://doi.org/10.3233/PPR-140042>
- Mosteiro-Muñoz, F., & Domínguez, R. (2017). Efectos del entrenamiento con sobrecargas isoinerciales sobre la función muscular. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 17(68), 757-773.
- Naclerio, F., Larumbe-Zabala, E., Monajati, A., & Goss-Sampson, M. (2015). Effects of two different injury prevention resistance exercise protocols on the hamstring torque-angle relationship: a randomized controlled trial. *Research in Sports Medicine*, 23(4), 379-393. <http://dx.doi.org/10.1080/15438627.2015.1076418>
- Nuzzo, J. L., Pinto, M. D., & Nosaka, K. (2023). Connective adaptive resistance exercise (CARE) machines for accentuated eccentric and eccentric-only exercise: introduction to an emerging concept. *Sports Medicine*, 53(7), 1287-1300. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01842-z>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Osorio-Ciro, J. A., Clavijo Rodríguez, M. P., Arango, E., Patiño Giraldo, S., & Gallego Ching, I. C. (2007). Lesiones deportivas. *Iatreia*, 20(2), 167-177.
- Raya-González, J., Castillo, D., Domínguez-Díez, M., & Hernández-Davó, J. L. (2020). Eccentric-overload production during the flywheel squat exercise in young soccer players: Implications for injury prevention. *International journal of environmental research and public health*, 17(10), 3671. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103671>
- Rio, E., Kidgell, D., Purdam, C., Gaida, J., Moseley, G. L., Pearce, A. J., & Cook, J. (2015). Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. *British journal of sports medicine*, 49(19), 1277-1283. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094386>
- Ruas, C. V., Pinto, R. S., Haff, G. G., Lima, C. D., & Brown, L. E. (2019). Effects of different combinations of concentric and eccentric resistance training programs on traditional and alternative hamstrings-to-quadriceps ratios. *Sports*, 7(10), 221. <https://doi.org/10.3390/sports7100221>
- Ryan, D., Rio, E., O'Donoghue, G., & O'Sullivan, C. (2022). The effect of combined action observation therapy and eccentric exercises in the treatment of mid-portion Achilles tendinopathy: study protocol for a feasibility pilot randomised controlled trial. *Pilot and Feasibility Studies*, 8(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40814-022-00981-w>
- Stojanović, M. D., Andrić, N., Mikić, M., Vukosav, N., Vukosav, B., Zolog-Šchiopea, D. N., & Melinte, R. M. (2023). Effects of Eccentric-Oriented Strength Training on Return to Sport Criteria in Late-Stage Anterior Cruciate Ligament (ACL)-Reconstructed Professional Team Sport Players. *Medicina*, 59(6), 1111.
- Vega, M. Á. P., Delgado, A. O., & Meirinhos, A. R. (2019). Revisión sistemática del panorama de la investigación sobre redes sociales: taxonomía sobre experiencias de uso. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, (60), 81-91. <https://doi.org/10.3916/C60-2019-08>
- Vidmar, M. F., Baroni, B. M., Michelin, A. F., Mezzomo, M., Lugokenski, R., Pimentel, G. L., & Silva, M. F. (2020). Isokinetic eccentric training is more effective than constant load eccentric training for quadriceps rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. *Brazilian journal of physical therapy*, 24(5), 424-432. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.07.003>
- Vogt, M., & Hoppeler, H. H. (2014). Eccentric exercise: mechanisms and effects when used as training regime or training adjunct. *Journal of applied Physiology*. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00146.2013>
- Wille, C. M., Stiffler-Joachim, M. R., Kliethermes, S. A., Sanfilippo, J. L., Tanaka, C. S., & Heiderscheit, B. C. (2022). Preseason eccentric strength is not associated with hamstring strain injury: a prospective study in collegiate athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 54(8), 1271. <https://doi.org/10.1249%2FMSS.0000000000002913>
- Zein, M. I., Reurink, G., Verhagen, E., Kerkhoffs, G. M., van der Horst, N., Goedhart, E., & Tol, J. L. (2022).



Study on Hamstring Re-injury Prevention (SHARP): protocol for an international multicentre, randomised controlled trial. *BMJ open*, 12(11), e065816. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-065816>

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

Nayro Isaac Domínguez-Gavia	nidominguez@uach.mx	Autor/a
Ramón Candia-Luján	rcandia@uach.mx	Autor/a
Kevin Fernando Candia-Sosa	kcandia@uach.mx	Autor/a
Raúl Eduardo Acosta-Carreño	rcarreño@uach.mx	Autor/a
Claudia Ivette Herrera-Covarrubias	cherrera@uach.mx	Autor/a