
Estrategias nutricionales en la prevención y recuperación de distensiones musculares en el muslo en jugadores de fútbol profesional

Modalidad **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Trabajo Final de Máster

Máster de Alimentación en la Actividad Física y el Deporte

Autor/a: Yeraí Zarza Pedrón
Tutor/a del TFM: Dra. Sandra Vidal Lletjós

20/01/2023



Esta obra está bajo una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.es>)

Licencias alternativas (elegir alguna de las siguientes, sustituir la de la página anterior, y eliminar después esta página)



Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.es>)



Reconocimiento-No comercial-Compartir
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/deed.es>)



Reconocimiento-No comercial
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/es/deed.es>)



Reconocimiento-SinObraDerivada
(<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/es/deed.es>)



Reconocimiento-CompartirIgual
(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/deed.es>)



Reconocimiento
(<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>)

©opyright Reservados todos los derechos. Está prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la impresión, la reprografía, el microfilm, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler y préstamo, sin la autorización escrita del autor o de los límites que autorice la Ley de Propiedad Intelectual.

Índice

Resumen	7
Abstract	8
1. Introducción	9
2. Objetivos	13
2.1. Objetivo general	13
2.2. Objetivos específicos	13
2.3. Preguntas investigables	13
3. Metodología	14
4. Resultados	18
5. Discusión	33
6. Aplicabilidad y nuevas líneas de investigación	40
7. Conclusiones	44
8. Bibliografía	45

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de los términos seleccionados para la estrategia de búsqueda de artículos para la realización de la revisión.	12
Tabla 2. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la ingesta de proteínas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	19
Tabla 3. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con vitaminas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	22
Tabla 4. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con omega-3 en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	23
Tabla 5. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con curcumina en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	24
Tabla 6. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con HMB en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	25
Tabla 7. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con concentrado de cerezas ácidas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	26
Tabla 8. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con cafeína en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	27
Tabla 9. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con zumo de remolacha en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	28
Tabla 10. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia del consumo de alcohol en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	28
Tabla 11. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia del consumo de otro tipo de suplementos en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares	29

Índice de figuras

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

18

Resumen

Introducción: el aumento de la intensidad y velocidad observada en el fútbol en las últimas décadas ha traído consigo mismo también un aumento significativo en el número de lesiones sufridas por los futbolistas profesionales, siendo la distensión muscular en el muslo la lesión más común. Cuando se apoya con un plan nutricional sólido, el proceso de rehabilitación se puede mejorar y potencialmente acelerar.

Objetivo: identificar las estrategias nutricionales más eficaces para apoyar el proceso de recuperación tras la aparición de distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales

Metodología: se realizó una búsqueda bibliográfica en dos bases de datos: PubMed y Web of Science. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados, cohortes prospectivos y estudios transversales de los últimos 10 años que trataran temas de nutrición y suplementación en la recuperación y prevención de lesiones musculares en deportistas. De los 254 artículos encontrados, 37 fueron finalmente incluidos en la revisión.

Resultados: una ingesta elevada de proteínas proporciona efectos beneficiosos sobre la recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio. Las vitaminas C y E, los ácidos grasos omega 3, la curcumina, el concentrado de cerezas ácidas o el zumo de remolacha, producen mejoras significativas contra el daño muscular inducido por el ejercicio.

Conclusiones: no existe evidencia acerca de una estrategia nutricional óptima para la prevención y/o recuperación de distensiones musculares en el muslo en jugadores de fútbol profesional. Por tanto, es necesario llevar a cabo estudios que se centren en este contexto específico.

Palabras clave: fútbol profesional, distensión muscular, proteínas, suplementos nutricionales.

Abstract

Introduction: The increase in intensity and speed seen in football over the last few decades has also brought with it a significant increase in the number of injuries sustained by professional footballers, with thigh muscle strain being the most common injury. When supported by a sound nutritional plan, the rehabilitation process can be improved and potentially accelerated.

Objective: to identify the most effective nutritional strategies to support the recovery process following the onset of thigh muscle strains in professional footballers.

Methodology: a literature search was conducted in two databases: PubMed and Web of Science. Randomised clinical trials, prospective cohorts and cross-sectional studies from the last 10 years dealing with nutrition and supplementation in the recovery and prevention of muscle injuries in athletes were included. Of the 254 articles found, 37 were finally included in the review.

Results: A high protein intake provides beneficial effects on recovery from exercise-induced muscle damage. Vitamins C and E, omega-3 fatty acids, curcumin, tart cherry concentrate or beetroot juice produce significant improvements against exercise-induced muscle damage.

Conclusions: There is no evidence of an optimal nutritional strategy for the prevention and/or recovery of thigh muscle strains in professional football players. Therefore, it is necessary to carry out studies that focus on this specific context.

Keywords: professional football, muscle strain, protein, nutritional supplements.

1. Introducción

El fútbol es el deporte organizado más popular del mundo, con más de 200 millones de hombres y 21 millones de mujeres registrados en la Fédération Internationale de Football Association (FIFA) (1).

El fútbol es un complejo deporte de contacto que conlleva riesgos e índices relativamente altos de lesiones en jugadores profesionales, amateurs, y juveniles durante los entrenamientos y los partidos (2). Los deportistas juegan más rápido y, según la importancia del juego, de forma más agresiva que en el pasado. Este aumento de la intensidad y velocidad observada en el fútbol en las últimas décadas, ha traído consigo mismo también un aumento significativo en el número de lesiones sufridas por los futbolistas profesionales (3). Según Pfirrmann *et al.* (2016) la incidencia total de lesiones en los jugadores de fútbol profesionales osciló entre 2,48 lesiones y 9,4 lesiones por cada 1000 horas de exposición (2). Asimismo, Pfirrmann *et al.* (2016) distinguieron la tasa de lesiones durante la competición y durante el entrenamiento, la cual osciló entre 8,7 lesiones y 65,9 lesiones por 1000 horas de exposición durante los partidos, y entre 1,37 lesiones y 5,8 lesiones por 1000 horas de exposición durante el entrenamiento (2).

Del mismo modo, Ekstrand *et al.* (2011) llevaron a cabo un estudio donde analizaron un total de 2908 lesiones en jugadores de fútbol profesional, de las cuales el 53% se produjeron durante la competición y el 47% durante el entrenamiento (4). Según estos autores, los tipos de lesiones más comunes fueron las distensiones, los esguinces y las contusiones, siendo el muslo la parte del cuerpo que se lesionó con más frecuencia, seguido por el tobillo y la rodilla. Además, la mayoría de las lesiones del muslo fueron distensiones, con una mayor incidencia en la parte posterior (músculos isquiotibiales) (4). De hecho, se calcula que, aproximadamente uno de cada cinco jugadores sufrirá una lesión de isquiotibiales a lo largo de una temporada (5). Por término medio, un jugador profesional se pierde 18 días y tres partidos por culpa de una lesión de isquiotibiales, mientras que a nivel de club se perderá 90 días y 15 partidos por temporada (5). Sin embargo, las distensiones del muslo anterior (cuádriceps) provocaron una ausencia más larga de la actividad que las lesiones de los isquiotibiales (4).

Si los datos mostrados ya son suficientemente graves como para prestar especial atención a la prevención y recuperación de lesiones en el fútbol, a día de hoy la cantidad de partidos anuales ha aumentado significativamente. Belli *et al.* (2022)

explica que la forma en que se planifica la temporada y los congestionados calendarios de partidos son factores importantes en relación con el riesgo de lesiones de los jugadores (6). Respecto a esto, la disminución del tiempo de recuperación entre partidos conlleva un aumento de la incidencia de las lesiones (7). Aunque un tiempo de recuperación de 72 a 96 horas entre dos partidos era suficiente para mantener el nivel de rendimiento físico, no lo era para mantener una baja tasa de lesiones (7).

López *et al.* (2020) calculó que un equipo profesional formado por 25 jugadores puede sufrir hasta 50 lesiones por temporada, provocando ausencias en los entrenamientos y en los partidos, así como pérdidas económicas para los clubes (8). Por ejemplo, un equipo medio de la Premier League inglesa pierde aproximadamente 45 millones de libras esterlinas por temporada debido a la disminución del rendimiento relacionada con las lesiones (9).

En cuanto a la ausencia de la competición oficial, se ha demostrado que la mayor parte de las pérdidas de tiempo en el fútbol profesional se deben a las lesiones, con una ausencia media individual de 4 partidos por lesión (6). Por este motivo, la prevención y la correcta recuperación de las lesiones es esencial para el éxito de los equipos y la economía de los clubes.

Aunque las lesiones van a ocurrir en los atletas, existen varias soluciones nutricionales que se pueden implementar para reducir el riesgo y disminuir el tiempo de recuperación (10). Después de una lesión o de una intervención quirúrgica, es el momento crítico para mejorar las actitudes y los comportamientos alimentarios de los deportistas, que conducen al proceso de curación y/o mejoran el rendimiento posterior (11).

Cuando se apoya con un plan nutricional sólido, el proceso de rehabilitación se puede mejorar y potencialmente acelerar, ayudando a los pacientes a recuperarse más rápidamente y a volver a jugar con seguridad con mayor rapidez (12). Numerosos datos respaldan las recomendaciones nutricionales prácticas para reducir las complicaciones quirúrgicas, minimizar la pérdida muscular durante la inmovilización y maximizar el retorno al juego (10).

Fried y Lloyd (1992) señalan que, una preparación nutricional y fisiológica adecuada, el mantenimiento de los fluidos y los electrolitos durante el juego y el restablecimiento de las reservas tras la realización de actividades exhaustivas contribuirán a minimizar el riesgo de sufrir lesiones (13). Del mismo modo, Rosado *et al.*

(2021) explica que la mala alimentación juega un papel importante en las lesiones futbolísticas debido a su relación directa en el aumento de la fatiga muscular (14).

Papadopoulou (2020) explica que, el papel del dietista es crucial para planificar un programa de nutrición individualizado, quién deberá tener en cuenta las necesidades y preferencias del deportista, y de acuerdo con las directrices y recomendaciones actuales (15), las cuales se detallan a continuación.

Después de una lesión muscular, es probable que las actividades deportivas se reduzcan, si no se interrumpen por completo, para permitir que el músculo se recupere, aunque es probable que continúe algún entrenamiento en las extremidades no lesionadas (16). Esta reducción de la actividad da lugar a una disminución del gasto energético, que en consecuencia requiere una reducción de la ingesta de energía para evitar un aumento no deseado de la grasa corporal (16).

La ingesta adecuada de energía debe ser la primera consideración nutricional a tener en cuenta, ya que un balance energético negativo acelera la pérdida muscular, especialmente en el periodo de inmovilidad y/o desuso (17). Además, es probable que un balance energético negativo agrave el problema al ralentizar la cicatrización de las heridas (18). Sin embargo, el suministro de un exceso de energía no atenúa aún más la pérdida de músculo, sino que provoca un aumento del depósito de grasa (17).

El tipo, la cantidad, el momento y la frecuencia de la ingesta de proteínas son fundamentales para limitar la pérdida de fuerza y de masa muscular durante la recuperación de lesiones musculares (17). Se recomiendan ingestas de proteínas mayores a 1,6 g/kg/día y más cerca de 2-3 g/kg/día, repartidos uniformemente a lo largo del día, 4-6 veces, cada 3-4 h, en cantidades de 20-35 g, y que contienen entre 2,5-3 g de leucina (18, 19).

Junto con la disminución de la masa y la función muscular, la creatina muscular disminuye hasta un 24% durante los periodos de inactividad extrema, como durante la inmovilización por lesión (20). Por consiguiente, mantener o aumentar la creatina muscular con suplementos durante los periodos de inactividad o de recuperación de una lesión puede resultar ventajoso. Entre los efectos de la suplementación con creatina durante la inmovilización, algunos de los resultados positivos son los siguientes: un mejor mantenimiento de la masa/área transversal muscular, la fuerza y la resistencia muscular; el mantenimiento o el aumento de la creatina muscular, el mantenimiento o el aumento de GLUT4; el aumento del glucógeno muscular; y el aumento de la expresión del factor de crecimiento (MRF4) (20).

Dado que muchos deportistas periodizan su ingesta de carbohidratos, es decir, aumentan su ingesta de carbohidratos durante los días de entrenamiento duro mientras que los limitan durante los días de entrenamiento ligero o de descanso, parece apropiado que, durante la inactividad, la ingesta de carbohidratos pueda necesitar ser reducida (16). Sin embargo, los carbohidratos tienen una fuente clave de energía durante la rehabilitación y su contribución a la recuperación es amplia, ya que incluye funciones en la inmunología, los factores hormonales y los procesos enzimáticos (12). Thomas, Erdman y Burke (2016) recomiendan una ingesta aproximada de 3 a 5 g/kg o el 55% de las calorías totales durante la rehabilitación o la recuperación en forma de hidratos de carbono complejos (cereales integrales, frutas, verduras y lácteos) (21).

Durante la recuperación, lo ideal es una dieta que contenga altos niveles de ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos poliinsaturados omega-3. Aproximadamente entre 0,8 a 2 g/kg/d o entre el 20-25% de las calorías deben proceder de la grasa (12). Además, se recomienda una ingesta diaria de 2g de ácidos grasos omega-3 y 10g de ácidos grasos omega-6 (22). De hecho, la suplementación con ácidos grasos omega-3 derivados del aceite de pescado puede ser beneficiosa para el deportista lesionado, ya que tiene propiedades antiinflamatorias e inmunomoduladoras (23, 24), aunque los datos relevantes son escasos y menos consistentes en comparación con la ingesta de proteínas (25).

Un nutriente obvio que es mejor evitar o al menos ingerir en pequeñas cantidades es el alcohol (18). Realmente, la ingesta de alcohol deteriora la síntesis proteica muscular en ratas, así como la respuesta de la síntesis proteica muscular al ejercicio en humanos. Además, el alcohol perjudica la cicatrización de las heridas, probablemente al reducir la respuesta inflamatoria, y aumenta la pérdida de músculo durante la inmovilización (18).

Hasta ahora se ha demostrado gracias a la evidencia científica existente hasta el momento que la cantidad de lesiones en jugadores de fútbol profesional sigue en aumento, siendo las distensiones musculares en el muslo (cuádriceps e isquiotibiales) las más frecuentes. Es por ello que, y teniendo en cuenta que una óptima planificación nutricional es necesaria tanto para la recuperación como para la prevención de lesiones, resulta de gran interés investigar acerca de las estrategias nutricionales para la prevención y recuperación de distensiones musculares en el muslo en jugadores de fútbol profesional.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo será el siguiente:

- Identificar las estrategias nutricionales más eficaces para apoyar el proceso de recuperación tras la aparición de distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales

2.2. Objetivos específicos

Asimismo, este trabajo tendrá varios objetivos específicos, los cuales se presentan a continuación:

- Comprobar si una planificación nutricional individualizada es capaz de prevenir distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales.
- Identificar el reparto de macronutrientes más óptimo para prevenir distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales o para acelerar el proceso de recuperación de las mismas.
- Determinar las dosis óptimas de los suplementos nutricionales más eficaces para prevenir distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales o para acelerar el proceso de recuperación de las mismas.
- Comprobar si es necesario un aumento de la ingesta proteica diaria para prevenir distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales o para acelerar el proceso de recuperación de las mismas.
- Identificar los aspectos nutricionales a evitar para facilitar el proceso de recuperación de distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales.

2.3. Preguntas investigables

Una vez planteados el objetivo general y los objetivos específicos de este trabajo, se presentan las preguntas investigables a las que se tratará de dar respuesta en esta revisión bibliográfica:

- En jugadores de fútbol profesional con distensión muscular en el muslo ¿se debe considerar como un factor diferencial el cálculo de los requerimientos energéticos para acelerar el proceso de recuperación en comparación con jugadores de fútbol amateur?

- ¿Es un óptimo reparto de macronutrientes y micronutrientes capaz de prevenir distensiones musculares en el muslo o acelerar el proceso de recuperación las mismas en jugadores de fútbol profesional en comparación con jugadores de fútbol amateur?
- En jugadores de fútbol profesional ¿Ayudan los suplementos nutricionales y sus dosis más óptimas a prevenir distensiones musculares en el muslo o acelerar el proceso de recuperación de las mismas en comparación con jugadores de fútbol amateur?
- En jugadores de fútbol profesional ¿Es un aumento de la ingesta proteica diaria capaz de prevenir distensiones musculares en el muslo o acelerar el proceso de recuperación las mismas en comparación con jugadores de fútbol amateur?

3. Metodología

Este trabajo de Fin de Máster se centró en la realización de una revisión sistemática de la literatura científica relacionada con el tema propuesto, con la finalidad de cumplir los objetivos propuestos y dar respuesta a las preguntas investigables señaladas.

Esta revisión sistemática se realizó utilizando las directrices de la guía PRISMA 2020 (Preferred Reporting Item for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

La búsqueda de la revisión bibliográfica se realizó a través de las dos siguientes bases de datos: PubMed y Web of Science.

PREGUNTA INVESTIGABLE		P	I	C	O
<p>En jugadores de fútbol profesional con distensión muscular en el muslo ¿se debe considerar como un factor diferencial el cálculo de los requerimientos energéticos para acelerar el proceso de recuperación en comparación con jugadores de fútbol amateur?</p>	Concepto	jugador de fútbol profesional con distensión muscular en el muslo	cálculo de los requerimientos energéticos	jugador de futbol amateur	acelerar proceso de recuperación
	Términos de búsqueda ligador	soccer football professional soccer player professional soccer professional football player professional football thigh muscle injuries thigh muscle strain thigh muscle strain injuries hamstring muscle strain biceps femoris muscle strain rectus femoris muscle strain quadriceps muscle strain athletic injury musculoskeletal injury muscle injury muscle strain muscle strain injury muscle contusion hamstring injuries biceps femoris injuries rectus femoris injuries quadriceps injuries	nutrition energy requirements energy expenditure energy availability carbohydrates dietary protein dietary fat	amateur soccer player amateur soccer	recovery Injury recovery muscle injury recovery thigh strain recovery hamstring injury recovery biceps femoris injury recovery quadriceps injury recovery rectus femoris injury recovery treatment injury treatment muscle injury treatment thigh strain treatment hamstring injury treatment biceps femoris injury treatment quadriceps injury treatment rectus femoris injury treatment rehabilitation injury rehabilitation muscle injury rehabilitation prevention injury prevention muscle injury prevention thigh injury prevention thigh strain prevention hamstring injury prevention biceps femoris injury prevention quadriceps injury prevention rectus femoris injury prevention enhance recovery

<p>¿Es un óptimo reparto de macronutrientes y micronutrientes capaz de prevenir distensiones musculares en el muslo o acelerar el proceso de recuperación las mismas en jugadores de fútbol profesional en comparación con jugadores de fútbol amateur?</p>	Concepto	jugador de fútbol profesional con distensión muscular en el muslo	cálculo de reparto de macronutrientes y micronutrientes más óptimo	jugador de futbol amateur	prevenir distensión muscular en el muslo y/o acelerar proceso de recuperación de la misma	
	Términos de búsqueda ligador	<p>soccer football professional soccer player professional soccer professional football player professional football thigh muscle injuries thigh muscle strain thigh muscle strain injuries hamstring muscle strain biceps femoris muscle strain rectus femoris muscle strain quadiceps muscle strain athletic injury musculoskeletal injury muscle injury muscle strain muscle strain injury muscle contusion hamstring injuries biceps femoris injuries rectus femoris injuries</p>	<p>energy intake macronutrients micronutrients carbohydrates dietary protein dietary fat vitamins minerals</p>	<p>amateur soccer player amateur soccer</p>	<p>recovery Injury recovery muscle injury recovery thigh strain recovery hamstring injury recovery biceps femoris injury recovery quadiceps injury recovery rectus femoris injury recovery treatment injury treatment muscle injury treatment thigh strain treatment hamstring injury treatment biceps femoris injury treatment quadiceps injury treatment rectus femoris injury treatment</p>	<p>rehabilitation injury rehabilitation muscle injury rehabilitation prevention injury prevention muscle injury prevention thigh injury prevention thigh strain prevention hamstring injury prevention biceps femoris injury prevention quadiceps injury prevention rectus femoris injury prevention enhance recovery</p>

<p>En jugadores de fútbol profesional ¿Ayudan los suplementos nutricionales y sus dosis más óptimas a prevenir distensiones musculares en el muslo o acelerar el proceso de recuperación de las mismas en comparación con jugadores de fútbol amateur?</p>	<p>Concepto</p>	<p>jugador de fútbol profesional con distensión muscular en el muslo</p>	<p>suplementación nutricional</p>	<p>jugador de futbol amateur</p>	<p>prevenir distensión muscular en el muslo y/o acelerar proceso de recuperación de la misma</p>
	<p>Términos de búsqueda ligador</p>	<p>soccer football professional soccer player professional soccer professional football player professional football thigh muscle injuries thigh muscle strain thigh muscle strain injuries hamstring muscle strain biceps femoris muscle strain rectus femoris muscle strain quadriceps muscle strain athletic injury musculoskeletal injury muscle injury muscle strain muscle strain injury muscle contusion hamstring injuries biceps femoris injuries rectus femoris injuries</p>	<p>supplementation supplements nutritional supplements dietary supplements creatine curcumin HMB omega-3 fatty acids antioxidants tart cherry vitamin C vitamin D amino acids</p>	<p>amateur soccer player amateur soccer</p>	<p>recovery Injury recovery muscle injury recovery thigh strain recovery hamstring injury recovery biceps femoris injury recovery quadriceps injury recovery rectus femoris injury recovery treatment injury treatment muscle injury treatment thigh strain treatment hamstring injury treatment biceps femoris injury treatment quadriceps injury treatment rectus femoris injury treatment rehabilitation injury rehabilitation muscle injury rehabilitation prevention injury prevention muscle injury prevention thigh injury prevention thigh strain prevention hamstring injury prevention biceps femoris injury prevention quadriceps injury prevention rectus femoris injury prevention enhance recovery</p>

<p>En jugadores de fútbol profesional ¿Es un aumento de la ingesta proteica diaria capaz de prevenir distensiones musculares en el muslo o acelerar el proceso de recuperación las mismas en comparación con jugadores de fútbol amateur?</p>	Concepto	jugador de fútbol profesional con distensión muscular en el muslo	ingesta proteica diaria	jugador de futbol amateur	prevenir distensión muscular en el muslo y/o acelerar proceso de recuperación de la misma	
	Términos de búsqueda ligador	soccer football professional soccer player professional soccer professional football player professional football thigh muscle injuries thigh muscle strain thigh muscle strain injuries hamstring muscle strain biceps femoris muscle strain rectus femoris muscle strain quadiceps muscle strain athletic injury musculoskeletal injury muscle injury muscle strain muscle strain injury muscle contusion hamstring injuries biceps femoris injuries rectus femoris injuries	dietary protein dietary protein intake high-protein diet	amateur soccer player amateur soccer	recovery Injury recovery muscle injury recovery thigh strain recovery hamstring injury recovery biceps femoris injury recovery quadiceps injury recovery rectus femoris injury recovery treatment injury treatment muscle injury treatment thigh strain treatment hamstring injury treatment biceps femoris injury treatment quadiceps injury treatment rectus femoris injury treatment	rehabilitation injury rehabilitation muscle injury rehabilitation prevention injury prevention muscle injury prevention thigh injury prevention thigh strain prevention hamstring injury prevention biceps femoris injury prevention quadiceps injury prevention rectus femoris injury prevention enhance recovery

Tabla 1. Clasificación de los términos seleccionados para la estrategia de búsqueda de artículos para la realización de la revisión.

Respecto a la estrategia de búsqueda bibliográfica, en un primer intento se probó con la inclusión de los términos “amateur soccer player” y “amateur soccer”. Sin embargo, al ver que no había ningún artículo relacionado con los términos incluidos en la búsqueda, se opta por omitir los términos referentes a la comparación entre jugadores amateur y profesionales, ya que el objetivo principal del estudio no es realizar comparaciones entre los dos tipos de sujetos mencionados. Tras esta modificación, tanto en Pubmed como en Web of Science se encontraron una amplia cantidad de resultados; sin embargo, tras aplicar los filtros de los criterios de inclusión y exclusión y realizar una lectura rápida del título y/o resumen, no se encontró ningún resultado. El siguiente paso que se toma es ampliar el objetivo del estudio, y se decide omitir los términos relacionados con el muslo, el cual es la zona más afectada de los jugadores de fútbol en cuanto a distensiones musculares se refiere. Tras esta segunda modificación, el objetivo es encontrar la bibliografía suficiente para realizar una revisión interesante en distensiones musculares en jugadores de fútbol profesional. Sin embargo, tras aplicar los filtros de los criterios de inclusión y exclusión y realizar una lectura rápida del título y/o resumen, no se encontró ningún resultado.

Llegados a este punto, se decide ampliar el objetivo del estudio inicial, y omitir el factor de que las distensiones musculares se produzcan en futbolistas profesionales, ya que las estrategias nutricionales a aplicar en futbolistas profesionales pueden llegar a ser muy similar a las aplicadas en otro tipo de deportistas con el mismo tipo de lesión.

Tras la tercera modificación, se define la siguiente estrategia de búsqueda bibliográfica: ("musculoskeletal injury" OR "muscle injury" OR "muscle strain" OR "muscle strain injury" OR "muscle contusion" OR "exercise induced muscle damage") AND ("nutrition" OR "energy requirements" OR "energy expenditure" OR "energy availability" OR "carbohydrates" OR "dietary protein" OR "dietary fat" OR "energy intake" OR "macronutrients" OR "micronutrients" OR "vitamins" OR "minerals" OR "supplementation" OR "supplements" OR "nutritional supplements" OR "dietary supplements" OR "creatine" OR "HMB" OR "omega-3 fatty acids" OR "antioxidants" OR "tart cherry" OR "vitamin C" OR "vitamin D" OR "amino acids" OR "dietary protein intake" OR "high-protein diet") AND ("recovery" OR "injury recovery" OR "muscle injury recovery" OR "treatment" OR "injury treatment" OR "muscle injury treatment" OR "rehabilitation" OR "injury rehabilitation" OR "muscle injury rehabilitation" OR "prevention" OR "injury prevention" OR "muscle injury prevention" OR "enhance recovery").

Siguiendo las directrices de la guía PRISMA 2020, la extracción de información de los artículos científicos siguió un proceso donde existirán dos fases de cribado. En la primera fase, se evaluaron los títulos y/o resúmenes de los artículos encontrados en las diferentes bases de datos propuestas. En esta primera fase de cribado donde se evalúa el título y/o resumen, se eliminaron los artículos que no cumplían los criterios de inclusión, y/o cumplían algún criterio de exclusión.

En la segunda fase, se realizó una lectura completa y exhaustiva de los artículos seleccionados, y se realizará una segunda fase de cribado donde se eliminaron aquellos artículos que no cumplían los criterios de inclusión, y/o cumplían algún criterio de exclusión.

Una vez finalizada esta segunda fase, los artículos seleccionados fueron los utilizados para la realización del trabajo.

A continuación, se presentan los criterios de inclusión para la selección de artículos científicos:

- Tratan temas de nutrición y suplementación en la recuperación y prevención de lesiones musculares.
- Publicados en los últimos 10 años.
- Redactados en español o inglés.
- Población de estudio: deportistas amateurs y/o profesionales
- Ensayos clínicos aleatorizados, cohortes prospectivos y estudios transversales

Por otro lado, los criterios de exclusión para la selección de artículos científicos son los siguientes:

- Estudios realizados en personas no deportistas
- Publicaciones sin texto completo

4. Resultados

A partir de la estrategia de búsqueda detalla anteriormente, y tras modificar la estrategia inicial en varias ocasiones durante el proceso, se hallaron un total de 254 resultados. Después de leer su título y resumen y teniendo en cuenta los criterios de inclusión y/o exclusión anteriormente descritos, se excluyeron un total de 203 resultados. A continuación, se evaluaron 51 resultados a partir de la lectura completa y exhaustiva del artículo, de los cuales se excluyeron un total de 16 resultados teniendo en cuenta los criterios de inclusión y/o exclusión.

Tras evaluar las referencias bibliográficas de los 254 resultados inicialmente encontrados, no se encontró ningún artículo que cumpliera los criterios de inclusión y/o exclusión, solamente 35 resultados serán tomados en cuenta para la realización de esta revisión. El procedimiento descrito se refleja en la **Figura 1**.

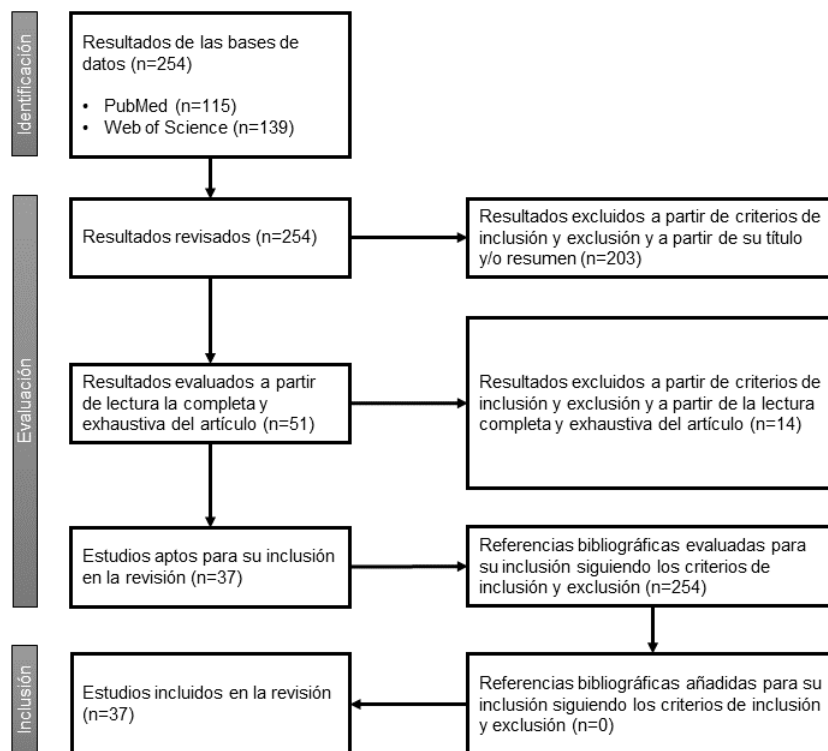


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos

Tras la lectura exhaustiva y completa de los artículos seleccionados para realizar la revisión, se hace una clasificación donde se agrupan los artículos en relación con el tema y objetivo del estudio. Las siguientes tablas muestran un resumen con las características y principales resultados y conclusiones de los artículos seleccionados:

4.1. Influencia de la ingesta de proteínas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Criterios y/o variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Doering et al. 2017 (26)	8 triatletas másteres	<ul style="list-style-type: none"> Por la mañana: Prueba isométrica máxima de extensor de rodilla Por la tarde: Carrera cuesta debajo de 30´ G1: recuperación de 8h (ingesta moderada de proteína) G2: recuperación de 8h (ingesta elevada de proteína) 	<ul style="list-style-type: none"> Fuerza isométrica máxima Percepción de recuperación postejercicio: fatiga (0-5), motivación (1-4) y TQR (6-20) Concentración de mioglobina Tiempo de contrarreloj de ciclismo 	<ul style="list-style-type: none"> La ingesta elevada de proteínas (IEP) no mejoró significativamente la recuperación en comparación con la ingesta moderada de proteínas (IMP) ($p>0,05$). La ingesta elevada de proteínas proporcionó un efecto beneficioso moderado ($d=0,66$), atenuando la pérdida de la fuerza isométrica máximo vespertino (-3,6%, $d=0,09$) en comparación con la ingesta moderada de proteínas (-8,6%, $d=0,24$). La ingesta elevada de proteínas proporcionó un gran efecto beneficioso ($d=0,83$), reduciendo la fatiga percibida durante las ocho horas de recuperación ($d=1,25$) en comparación con la ingesta moderada de proteínas ($d=0,22$). El rendimiento ciclista no varió (IEP=2395±297 s frente a IMP=2369±278 s; $d=0,09$). 	<ul style="list-style-type: none"> Duplicar la ingesta recomendada de proteínas tras el ejercicio no mejoró significativamente la recuperación La ingesta elevada de proteínas proporciona efectos beneficiosos de moderados a grandes sobre la recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio
Cockburn, et al. 2012 (27)	24 voluntarios varones sanos (edad 21 ± 3 años; estatura $181,4 \pm 6,5$ cm; masa corporal $79,7 \pm 9,3$ kg) que competían regularmente en diversos deportes	<ul style="list-style-type: none"> G1: flexiones de rodilla unilaterales excéntrico-concéntricas + 500ml de leche G2: flexiones de rodilla unilaterales excéntrico-concéntricas+ 1L de leche G3: flexiones de rodilla unilaterales excéntrico-concéntricas + placebo (1L de agua) 	<ul style="list-style-type: none"> Dolor muscular pasivo y activo Rendimiento muscular isocinético Creatina quinasa (CK) Mioglobina Interleucina-6 <p>Evaluaciones inmediatamente antes y 24, 48 y 72h después del daño inducido por el ejercicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> Todos los grupos mostraron un aumento del dolor muscular pasivo y activo que alcanzó su punto máximo a las 48 h y comenzó a volver a los niveles de referencia a las 72 h. Tras 72h, el G2 ($-3 \pm 14\%$) obtuvo mayores beneficios en el rendimiento muscular isocinético que el G3 ($-19 \pm 28\%$) Después de 48 h, el G2 ($0.1 \times / \div 9.3$) tuvo un beneficio muy probable al limitar los aumentos de CK en comparación con el G3 ($6.7 \times / \div 13.3$). No hubo diferencias entre el G1 y G2 para los cambios en el rendimiento muscular isocinético y la CK. 	<ul style="list-style-type: none"> La disminución del rendimiento muscular isocinético y el aumento de la CK pueden limitarse con el consumo de 500 ml de leche postejercicio
Rankin, Stevenson, Cockburn 2015 (28)	32 jugadores de equipo de deportes (hombres n = 16; mujeres n = 16)	<ul style="list-style-type: none"> G1: contracciones excéntrico-concéntricas de los isquiotibiales + 500ml leche (hombres) G2: contracciones excéntrico-concéntricas de los isquiotibiales + 500ml CCHH (hombres) G3: contracciones excéntrico-concéntricas de los isquiotibiales + 500ml leche (mujeres) 	<ul style="list-style-type: none"> Troponina I esquelética (sTnl) Creatina quinasa (CK) Par máximo Altura de salto en contramovimiento (CMJ) Rendimiento en sprints de 20m Dolor muscular masivo y activo <p>Evaluaciones inmediatamente antes y 24, 48 y 72h después del daño inducido por el ejercicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> El G3 obtuvo un efecto beneficioso muy probable en la atenuación de las pérdidas en el par máximo a $60^\circ/s$ desde el inicio hasta las 24, 48 y 72 h. El G3 obtuvo un efecto beneficioso probable en la minimización de las disminuciones en el rendimiento en sprint y el dolor muscular a lo largo de 72h. El G1 obtuvo un efecto beneficioso muy probable sobre la limitación del dolor muscular desde el inicio hasta las 72 h, El G1 obtuvo un posible efecto beneficioso sobre la atenuación de los aumentos de CK. 	<ul style="list-style-type: none"> El consumo de 500 ml de leche tras una lesión muscular inducida por el ejercicio puede limitar la disminución de la función muscular en las mujeres El consumo de 500 ml de leche tras una lesión muscular inducida por el ejercicio puede limitar el aumento de las agujetas y

		- G4: contracciones excéntrico-concéntricas de los isquiotibiales + 500ml CCHH (mujeres)		- Los grupos G3 y G4 demostraron menores aumentos en el tiempo de sprint, el dolor pasivo, el dolor activo (pierna no dominante) y los valores de sTnl que los grupos G1 y G2.	de los marcadores séricos de lesión muscular en hombres y mujeres.
Kritikos, et al. 2021 (29)	10 jugadores de fútbol masculinos bien entrenados	- G1: entrenamiento de velocidad-resistencia + maltodextrina (0.8-1g/kg/día) - G2: entrenamiento de velocidad-resistencia + suplemento de proteína de suero de leche (1.5g/kg/día) - G3: entrenamiento de velocidad-resistencia + suplemento de proteína de soja (1.5g/kg/día)	- Rendimiento (fuerza isocinética de los extensores y flexores de la rodilla, contracción isométrica voluntaria máxima, velocidad, capacidad de sprint repetido, salto con contramovimiento) - Daño muscular - Estado redox de la sangre Evaluaciones al inicio, tras la precarga y durante la recuperación del entrenamiento de velocidad-resistencia	- La carrera de alta intensidad y velocidad disminuyó ($P \leq 0,05$) durante el entrenamiento de velocidad-resistencia en todos los grupos, pero los grupos G2 y G3 mitigaron esta respuesta. - La fuerza isocinética, la contracción isométrica voluntaria máxima, la velocidad de 30 m, la capacidad de sprint repetido y el rendimiento de salto con contramovimiento se deterioraron de forma similar durante la recuperación tras el entrenamiento de velocidad-resistencia en todos los grupos ($P \leq 0,05$). - La velocidad de 10 m se deterioró a las 24 h sólo en el G1. - La aparición retardada de agujetas, la creatina quinasa, la capacidad antioxidante total y los carbonilos proteicos aumentaron y el glutatión disminuyó por igual entre los 3 grupos tras el entrenamiento de velocidad-resistencia ($P \leq 0,05$), induciendo el G3 una recuperación más rápida de los carbonilos proteicos sólo a las 48 h ($P \leq 0,05$) en comparación con el G1 y G2.	- El aumento de la ingesta diaria de proteínas a 1,5 g/kg mediante la ingestión de suplementos de proteína de suero de leche o de soja mitiga el deterioro del rendimiento en el campo durante sesiones sucesivas de entrenamiento de velocidad-resistencia sin afectar al daño muscular inducido por el ejercicio ni a los marcadores del estado redox.
Brown, Estevenson, Howatson 2018 (30)	20 mujeres de un equipo de baile universitario	- G1: protocolo de sprints repetidos + hidrolizado de proteína de suero (40g) - G2: protocolo de sprints repetidos + carbohidrato isoenergético (40g)	- Daño muscular (PPT) - Perímetro de las extremidades (gemelo y muslo medio derecho) - Flexibilidad - Función muscular (CMJ y RSI) - Creatina quinasa (CK) Evaluaciones antes, inmediatamente después y 24, 48 y 72 h después del ejercicio	- La flexibilidad mejoró por encima de las medidas iniciales en el grupo G1 a las 72 h, pero no se recuperó en el grupo G2 ($p = 0,011$). - El índice de fuerza reactiva fue mayor durante la recuperación en el grupo G1 que en el G2 ($p = 0,016$). - La reducción de la creatina quinasa fue mayor en el grupo G1 que en el G2 a las 48 h del daño muscular inducido por el ejercicio ($p = 0,031$).	- La suplementación de cuatro días con hidrolizado de proteína de suero es beneficiosa para reducir los síntomas del daño muscular inducido por el ejercicio y mejorar la recuperación de la función muscular en mujeres físicamente activas.
Eddens et al. 2017 (31)	24 ciclistas masculinos bien entrenados	- G1: carrera simulada de ciclismo en carretera de alta intensidad y protocolo de saltos + hidrolizado de proteína de suero (20g) - G2: carrera simulada de ciclismo en carretera de alta intensidad y protocolo de saltos + carbohidrato isocalórico - G3: carrera simulada de ciclismo en carretera de alta intensidad y protocolo de saltos + suplementación placebo bajo en calorías	- Masa corporal - Índices de daño muscular (Creatina quinasa – CK) / inflamación (proteína C reactiva) - Dolor muscular percibido - Contracción voluntaria máxima isométrica del extensor de rodilla dominante - Altura máxima del salto con contramovimiento (CMJ) - Rendimiento en la contrarreloj ciclista. Evaluaciones a las 24, 48 y 72 h después del ejercicio	- No se observaron efectos de grupo ni de interacción ($p > 0,05$) en ninguna de las medidas de resultado.	- La suplementación proteica no atenúa ninguno de los índices indirectos del daño muscular inducido por el ejercicio concurrente, cuando se emplea un gran rigor en torno a la provisión de una dieta habitual de calidad que cumpliera la recomendación de ingesta de proteínas y la provisión de controles suplementarios adecuados.

McGinnis et al. 2021 (32)	4 grupos de soldados de formación inicial	<ul style="list-style-type: none"> - G1: 1 toma de suplementación de proteína de suero de leche (antes de acostarse) - G2: 1 toma de suplementación de carbohidratos (antes de acostarse) - G3: 2 tomas de suplementación de proteína de suero de leche (postejercicio y antes de acostarse) - G4: 2 tomas de suplementación de carbohidratos (postejercicio y antes de acostarse) <p>*Se tomaron como comparación no suplementada los datos históricos de lesiones de 2015-2016 recogidos de los mismos equipos de Entrenamiento Atlético Certificado, completando el mismo entrenamiento, en los mismos batallones y durante los mismos meses de entrenamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Número de lesiones musculoesqueléticas - Tasas de trabajo limitado/perdido - Días de entrenamiento limitados/perdidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Los soldados que no consumían suplementos tenían aproximadamente 5 veces más probabilidades de sufrir una lesión musculoesquelética ($p < 0,001$) y 4 veces más probabilidades de faltar al entrenamiento ($p = 0,003$) en comparación con los grupos G3 y G4. - Los soldados que no consumían suplementos faltaron cinco días más al entrenamiento en comparación con los del grupo G3 y G4 ($p = 0,02$). - Los soldados de los grupos G1 y G2 tenían aproximadamente 3 veces más probabilidades de sufrir una lesión musculoesquelética que los de los grupos G3 y G4 ($p = 0,002$). - Los soldados de los grupos G3 y G4 presentaban menores tasas de lesión musculoesquelética, tasas de servicio limitado y faltas a días de entrenamiento en comparación con los soldados que no consumían suplementos. 	<ul style="list-style-type: none"> - La suplementación de dos dosis diarias reduce las probabilidades de lesionarse y reduce los días que se falta a los entrenamientos.
Waldron et al. 2017 (33)	16 participantes entrenados en fuerza	<ul style="list-style-type: none"> - G1: entrenamiento de hipertrofia + suplementación con BCAAs (0.087g/kg, 2:1:1 leucina, isoleucina y valina) - G2: entrenamiento de hipertrofia + placebo 	<ul style="list-style-type: none"> - Creatina quinasa (CK) - Fuerza isométrica máxima del extensor de la rodilla - Dolor muscular percibido - Altura del salto con contramovimiento (CMJ) <p>Evaluaciones inmediatamente antes, 1 h, 24 h y 48 h después del ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La reducción de la fuerza isométrica del grupo G2 fue mayor que la del grupo G1 24 horas después del protocolo de ejercicio físico (G2 ~87% / G1 ~92%), - La reducción de la altura del salto con contramovimiento en el grupo G2 fue mayor que la del grupo G1 24 horas después del protocolo de ejercicio físico (G2 ~93% / G1 ~96%) - El dolor muscular percibido por el grupo G2 fue mayor que el percibido por el grupo G1 a las 24 horas (G2 ~685% / G1 ~531%); y a las 48 horas (G2 ~468% / G1 ~350%). 	<ul style="list-style-type: none"> - La suplementación aguda de BCAA aumenta la tasa de recuperación de la fuerza isométrica, la altura CMJ y el dolor muscular percibido en comparación con el placebo después de una sesión de entrenamiento basada en la hipertrofia entre atletas entrenados en fuerza
Osmond et al. 2019 (34)	22 hombres y mujeres que practican actividades recreativas	<ul style="list-style-type: none"> - G1: ejercicios de fuerza excéntrica + suplementación con BCAAs - G2: ejercicios de fuerza excéntrica + suplementación con BCAAs enriquecidos con leucina - G3: ejercicios de fuerza excéntrica + suplementación con leucina independiente 	<ul style="list-style-type: none"> - Potencia media y potencia máxima de la parte inferior del cuerpo - Creatina quinasa (CK) plasmática - Agujetas - Umbral del dolor <p>Evaluaciones antes y durante y 24, 48 y 72 horas después del protocolo de ejercicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El grupo G3 mostró una disminución de la potencia media ($p = 0,02$) y de la potencia máxima ($p = 0,01$) desde el inicio hasta 48 horas después del ejercicio de resistencia excéntrica, mientras que los grupos G2 y G1 sólo mostraron una tendencia a la reducción a las 24 horas. - A las 48 h, el grupo G1 mostró una mayor recuperación de la potencia máxima que el grupo G3 ($p = 0,04$). - A las 24 horas, el grupo G3 demostró un mayor aumento de la CK plasmática respecto al valor basal que el G1 ($p = 0,04$). - Sólo el grupo G3 mostró mayor dolor durante el reposo y bajo tensión muscular a las 24 y 48 horas ($p < 0,05$) 	<ul style="list-style-type: none"> - Los BCAA enriquecidos con leucina no aportaron ninguna ventaja sobre un suplemento estándar de BCAA para la recuperación muscular tras el ejercicio, mientras que un suplemento de leucina independiente fue comparativamente ineficaz.

Tabla 2. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la ingesta de proteínas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

4.2. Influencia de la suplementación con vitaminas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Chou, et al. 2018 (35)	18 atletas masculinos de élite de Taekwondo	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con vitamina C y E (2000 mg/d vitamina C; 1400 U/d vitamina E) - G2: suplementación con placebo (harina y cápsula de gel de aceite de soja) Protocolo de suplementación durante 4 días (3 días antes y el día de la competición) antes de participar en 4 combates consecutivos de taekwondo en un solo día	<ul style="list-style-type: none"> - Daño muscular - Hemólisis - Estado inflamatorio sistémico Evaluaciones antes de cada partido y 24h después del primer partido.	<ul style="list-style-type: none"> - La mioglobina fue inferior en el grupo G1, en comparación con el G2, durante la jornada de partido ($p = 0,021$). - La creatina quinasa plasmática fue menor en el grupo G1, en comparación con el G2 ($p = 0,017$). - La hemólisis fue menor en el grupo G1, en comparación con el G2 ($p = 0,034$). 	<ul style="list-style-type: none"> - Los suplementos de vitamina C y E a corto plazo (4 días) atenúan eficazmente el daño tisular inducido por el ejercicio y la respuesta inflamatoria durante y después de los sucesivos partidos de taekwondo.
Martínez, et al. 2022 (36)	18 corredores de resistencia entrenados	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con vitamina C (1000 mg de ácido ascórbico) y E(235 mg de acetato de DL-α-tocoferol) + 8 series de 1 km corriendo al 75% de la frecuencia cardíaca máxima - G2: suplementación con placebo (maltodextrina) + 8 series de 1 km corriendo al 75% de la frecuencia cardíaca máxima 	<ul style="list-style-type: none"> - Lactato en sangre - Tasa de esfuerzo percibido - Rendimiento Evaluaciones inmediatamente después. <ul style="list-style-type: none"> - Creatina quinasa (CK) - Dolor muscular de aparición retardada - Rendimiento (salto con contramovimiento, salto en cuclillas y prueba de rigidez) Evaluaciones 24h posteriores al ejercicio.	<ul style="list-style-type: none"> - Todos los participantes mostraron una mejora del salto máximo en contramovimiento inmediatamente después del protocolo de ejercicio, aunque sólo persistió después de 24 h en el grupo G1 ($p < 0,05$). - En ambos grupos, la altura del salto en cuclillas fue significativamente mayor ($p < 0,05$) inmediatamente después del ejercicio y volvió a los valores basales después de 24 h. - El índice elástico aumentó en el grupo G1($p < 0,05$), pero no en el G2. - En ambos grupos, los niveles de lactato aumentaron desde antes hasta inmediatamente después del ejercicio ($p < 0,05$), - En ambos grupos, la CK aumentó desde antes hasta 24 h después del ejercicio ($p < 0,05$) 	<ul style="list-style-type: none"> - La administración de suplementos de vitamina C y E no parece ayudar con el daño muscular inducido por el ejercicio en individuos entrenados en resistencia.

Tabla 3. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con vitaminas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

4.3. Influencia de la suplementación con omega-3 en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Jakeman et al. 2017 (37)	27 varones físicamente activos (26±4 años, 1,77±0,07 m, 80±10 kg)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: 100 saltos pliométricos + suplementación con placebo (relleno aceite, enmascarador de sabor y gelatina) (1g/10kg masa corporal) - G2: 100 saltos pliométricos + suplementación de aceite de pescado con bajo contenido en EPA (1g/10kg masa corporal) - G3: 100 saltos pliométricos + suplementación de aceite de pescado con alto contenido en EPA (1g/10kg masa corporal) <p>Protocolo de suplementación durante 4 días (3 días antes y el día de la competición) antes de participar en 4 combates consecutivos de taekwondo en un solo día</p>	<p>Variables perceptivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Daño muscular percibido <p>Variables funcionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fuerza muscular isocinética a 60° y 180° s-1 - Estado inflamatorio sistémico - Salto en cuclillas - Salto con contramovimiento <p>Evaluaciones antes y 1, 24, 48, 72 y 96 h después del protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se observó un mejor rendimiento del grupo G3 que de los grupos G1 y G2 en el salto en cuclillas (disminución media del rendimiento, 2,1, 8,3 y 9,8%, respectivamente) - Se observó un mejor rendimiento del grupo G3 que de los grupos G1 y G2 en el salto con contramovimiento (disminución media del rendimiento, 1,7, 6,8 y 6,8%, respectivamente, p=0,07). 	<ul style="list-style-type: none"> - La dosis aguda de aceite de pescado con alto contenido en EPA puede mejorar los cambios funcionales tras el daño muscular inducido por el ejercicio.
Kyriakidou et al. 2021 (38)	14 varones físicamente activos sanos (25,07 ± 4,05 años)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: 4 semanas de suplementación con omega-3 (3 capsulas/día de 715 mg de EPA y 286 mg de DHA) + protocolo de carrera cuesta abajo (60 min, 65% VO₂max, - 10% gradiente) - G2: 4 semanas de suplementación con placebo (3capsulas/día de 600mg de colágeno) + protocolo de carrera cuesta abajo (60 min, 65% VO₂max, - 10% gradiente) 	<ul style="list-style-type: none"> - Creatina quinasa (CK) - Interleucina (IL)-6 - Factor de necrosis tumoral (TNF)-α, - Dolor muscular percibido - Contracción isométrica voluntaria máxima - Potencia máxima <p>Evaluaciones antes, después y 24, 48, 72 h después del protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El dolor muscular fue significativamente menor en el grupo G1 frente al G2 a las 24 h (p = 0,034). - La IL-6 se vio aumentada en el grupo G2 (p = 0,009) pero no en el grupo G1 (p = 0,434) tras el protocolo de ejercicio (sin diferencias significativas entre los grupos) - La potencia máxima relativa al daño muscular inducido antes del ejercicio se redujo significativamente en el grupo G2, pero no en el grupo G1 a las 24 h. (sin diferencias significativas entre los grupos) 	<ul style="list-style-type: none"> - La suplementación con omega-3 durante 4 semanas puede atenuar con éxito aspectos menores del daño muscular inducido por el ejercicio. - Estos resultados pueden ser relevantes para evitar el dolor asociado al ejercicio.
Mckinley-Barnard et al. 2018 (39)	22 mujeres físicamente activas (20,9±1,4 años, 63,5±9,0 kg, 165,2±7,5 cm)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: ejercicio excéntrico + suplementación con aceite de pescado (6g/día de 2.4 g EPA y 1.8 g DHA) - G2: ejercicio excéntrico + suplementación con placebo (6g/día aceite de cártamo) 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño muscular percibido - Fuerza muscular - Contracción isocinética máxima <p>Evaluaciones antes y 6 y 24 h después de cada sesión de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El dolor muscular de fue significativamente mayor a las 6 y 24 horas en comparación con la valoración pre-ejercicio (p < 0,001). - Las concentraciones de superóxido dismutasa y factor de necrosis tumoral alfa (TNF-a) fueron significativamente mayores en la fase folicular media en comparación con la fase lutea media (p < 0,001 y p = 0,05, respectivamente). 	<ul style="list-style-type: none"> - Unos mayores niveles de estrógeno pueden ejercer un efecto citoprotector sobre el sarcolema
Black et al. 2018 (40)	20 jugadores profesionales del Rugby Unión	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación a base de proteínas con 1546mg de ácido graso poliinsaturado omega 3 (doble dosis de 551mg EPA y 551mg DHA) - G2: suplementación con placebo a base de proteínas 	<ul style="list-style-type: none"> - Dolor muscular - Salto con contramovimiento (CMJ) - Bienestar psicológico 	<ul style="list-style-type: none"> - En el día 35, hubo un probable efecto beneficioso del grupo G1 en el cambio de dolor muscular en la parte inferior del cuerpo comparado con el día 0 comparado con el G2 (G1: -3.8 ± 21.7%; G2: -19.4 ± 11.2%). 	<ul style="list-style-type: none"> - Añadir aceite de pescado a un suplemento a base de proteínas se tradujo en un mejor

			Evaluaciones antes y 6 y 24 h después de cada sesión de ejercicio.	<ul style="list-style-type: none"> - Hubo un probable efecto beneficioso del grupo G1 en comparación con el G2 en el rendimiento de CMJ (cambio desde el inicio hasta el día 35, G1: +4,6 ± 5,9%; G2: -3,4 ± 8,6%). - A partir del día 20, se observó un efecto beneficioso moderado del grupo G1 sobre la fatiga. 	mantenimiento de la potencia explosiva en jugadores de élite de Rugby Unión durante el entrenamiento de pretemporada.
--	--	--	--	--	---

Tabla 4. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con omega-3 en la prevención y/o recuperación de lesiones musculare

4.4. Influencia de la suplementación con curcumina en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Amalraj, Divya, Gopi 2020 (41)	30 sujetos (36±11 años; varones [n = 12] y mujeres [n = 18])	<ul style="list-style-type: none"> - G1: carrera de descenso en cinta + suplementación de curcumina (500mg - Cureit) - G2: carrera de descenso en cinta + suplementación con placebo (500mg almidón alimentario) 	<ul style="list-style-type: none"> - Peso, altura e índice de masa corporal - Pulso - Tensión arterial sistólica y diastólica - Frecuencia respiratoria <p>Evaluaciones en la fase de cribado y al final del periodo de estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - VO2máx - Creatina quinasa (CK) - Intensidad del daño (escala analógica visual) <p>Evaluaciones durante el protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La creatina quinasa era más baja (109,73 U/L) al final del estudio en el grupo G1, en comparación con el G2 (125,40 U/L), aunque no se observaron diferencias significativas (P = 0,1873) en los niveles de CK entre grupos. - La puntuación de la escala analógica visual del dolor disminuyó en mayor medida en el grupo G1 (2,90 a 1,17) en comparación con el G2 (2,70 a 2,37) entre la fase de cribado y el final del periodo de estudio (p < 0,001). - Los sujetos del grupo G1 no sentían dolor o sentían menos dolor al comparar el día del cribado con el final del estudio, mientras que los sujetos del grupo G2 sentían un grado de dolor casi similar durante el cribado y el final del estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> - La forma biodisponible de la curcumina, Cureit, mejora la recuperación y proporciona mejoras significativas contra el daño muscular.

Tabla 5. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con curcumina en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

4.5. Influencia de la suplementación con HMB en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Correia et al. 2018 (42)	23 jóvenes entrenados (entre 18 y 30 años)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con HMB-FA (3g) + protocolo de 20 saltos (drop-jump) - G2: suplementación con placebo (3g povidextrosa) + protocolo de 20 saltos (drop-jump) 	<ul style="list-style-type: none"> - Hinchazón muscular - Salto en contramovimiento - Par isométrico voluntario máximo - Capacidad de trabajo (WC) <p>Evaluaciones antes, inmediatamente después, y 24, 48 y 72 horas después del protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La hinchazón muscular, el salto en contramovimiento y el par isométrico voluntario máximo cambiaron de forma similar en ambos grupos después del protocolo de ejercicio ($p < 0,001$), pero volvieron a los niveles previos al ejercicio después de 24 horas en ambos grupos. - La capacidad de trabajo disminuyó de forma similar en ambos grupos después del protocolo de ejercicio ($p < 0,01$). - En el grupo G1, la capacidad de trabajo volvió al nivel previo al ejercicio 24 horas después del protocolo de ejercicio; mientras que en el grupo G2, la capacidad de trabajo no volvió al nivel previo al ejercicio ni siquiera 72 horas después del protocolo de ejercicio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Una dosis única de suplementos de HMB-FA mejora la recuperación de la capacidad de trabajo tras un ejercicio de alta intensidad. - El HMB-FA no afecta a la evolución temporal de la inflamación muscular ni a la recuperación del salto en contramovimiento y al par isométrico voluntario máximo
Wilson et al. 2013 (43)	20 hombres entrenados en fuerza	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con HMB-FA (3 g/d) + sesión de entrenamiento de fuerza de alto volumen - G2: suplementación con placebo (3 g/d de aromas y edulcorantes de naranja) + sesión de entrenamiento de fuerza de alto volumen 	<ul style="list-style-type: none"> - Creatina quinasa sérica (CK) - 3-metilhistadina urinaria (3-MH) - Testosterona - Cortisol - Escala de percepción del estado de recuperación (PRS) <p>Evaluaciones inmediatamente antes y 48 horas después de la sesión de ejercicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La CK aumentó en mayor medida en el grupo G2 (329%) en comparación con el grupo G1 (104%) ($P=0,004$). - Se produjo un cambio significativo en el estado de recuperación percibido, que disminuyó en mayor medida en el grupo G2 (9.1 a 4,6) que en el grupo G1 (9,1 a 6,3) ($P=0,005$). - La degradación de proteínas musculares, medida por análisis de 3-MH, disminuyó numéricamente con la suplementación de HMB-FA y se acercó a la significación ($P=0,08$, $d = 0,12$). - No se produjeron cambios agudos en la testosterona plasmática total o libre, el cortisol o la proteína C reactiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Un suplemento de HMB-FA administrado a atletas entrenados antes del ejercicio puede mitigar el aumento del daño muscular y evitar la disminución de la percepción de la disposición para entrenar tras una sesión de entrenamiento de fuerza de gran volumen que provoque daño muscular

Tabla 6. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con HMB en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

4.6. Influencia de la suplementación con concentrado de cerezas ácidas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Brown, Stevenson, Howatson 2019 (44)	20 mujeres físicamente activas (19 ± 1 años; 167 ± 6 cm; 61,4 ± 5,7 kg)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con concentrado de cerezas ácidas Montmorency (2x30 ml/d) + protocolo de sprints repetidos - G2: suplementación con placebo (2x25ml/d de concentrado aromatizado de fruta con maltodextrina y proteína de suero en polvo) + protocolo de sprints repetidos 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño muscular - Umbral de presión del dolor - Perímetro de las extremidades (gemelo y muslo medio derecho) - Hamstring stiffness and flexibility - Función muscular (CMJ y DJ) - Contracción isométrica voluntaria máxima - Índices sistémicos de daño muscular e inflamación <p>Evaluaciones antes, inmediatamente después (0 h) y 24, 48 y 72 h después del protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se observaron efectos temporales en todas las variables dependientes ($p < 0,05$) excepto en la circunferencia de las extremidades y la proteína C reactiva de alta sensibilidad. - La recuperación de la altura de salto en contramovimiento mejoró en el grupo G1 en comparación con el G2 ($p=0,016$). - También se observó una tendencia a un menor daño muscular ($p=0,070$) y a un mayor umbral de presión del dolor en el grupo G1 en el recto femoral ($p=0,071$). 	<ul style="list-style-type: none"> - La suplementación con concentrado de cerezas ácidas Montmorency puede ser una intervención nutricional práctica para ayudar a atenuar los síntomas del daño muscular y mejorar la recuperación en los días posteriores en las mujeres.

Tabla 7. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con concentrado de cerezas ácidas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

4.7. Influencia de la suplementación con cafeína en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Green, Martin, Corona, 2018 (45)	16 hombres (n=8) y mujeres (n=8) físicamente activos (24,3 ± 4,3 años; 173,0 ± 7,0 cm; 75,2 ± 11,5 kg)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con cafeína (6 mg/kg) + 100 contracciones excéntricas del cuádriceps lesionado y sin lesión - G2: suplementación con placebo (6 mg/kg de harina) + 100 contracciones excéntricas del cuádriceps lesionado y sin lesión 	<ul style="list-style-type: none"> - Índices de dolor muscular <p>Evaluaciones antes y después, y a las 24 horas del protocolo del ejercicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Par isométrico máximo - Par isocinético máximo - Índice de fatiga <p>Evaluaciones a las 24 horas del protocolo del ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En comparación con el grupo G2, los sujetos del grupo G1 aumentaron el par isocinético máximo en un 6,8 ± 2,3 y un 9,4 ± 2,5% en el músculo no lesionado y lesionado, respectivamente, - La suplementación con cafeína no tuvo ningún efecto sobre el par isométrico voluntario máximo o el índice de fatiga en el músculo no lesionado o lesionado. 	<ul style="list-style-type: none"> - En presencia de un daño muscular esquelético modesto, la suplementación con cafeína tiene el potencial de restaurar la función muscular isocinética a los valores previos a la lesión, no tratados con cafeína.
Chen et al. 2019 (46)	20 (10 hombres y 10 mujeres) deportistas universitarios de élite sanos	<ul style="list-style-type: none"> - G1: 30 minutos de carrera cuesta abajo + suplementación con cafeína (6 mg/kg) a las 24 y 48h del protocolo de ejercicio - G2: 30 minutos de carrera cuesta abajo + suplementación con placebo (6 mg/kg de harina) a las 24 y 48h del protocolo de ejercicio 	<ul style="list-style-type: none"> - Muestras de rendimiento muscular - Daño muscular - Análisis de sangre <p>Evaluaciones 1h antes y 1h después de la suplementación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La ingestión de cafeína restauró el deterioro de las contracciones isométricas voluntarias máximas (P < 0,05) durante el daño muscular inducido por el ejercicio en ambos sexos. - Durante las contracciones isométricas voluntarias máximas, el grupo G1 mostró una interacción en el daño muscular y el K⁺ sérico (ambos P < 0,05), mostrando los varones una mayor atenuación en comparación con las mujeres. - El daño muscular demostró una correlación inversa con las contracciones isométricas voluntarias máximas en el grupo G1, tanto en general como entre los atletas masculinos (r = -0,34 y -0,54, respectivamente; P < 0,05), pero no entre las atletas femeninas (r = -0,11; P > 0,05) tras el daño muscular inducido por el ejercicio. - El grupo G1 vio aumentadas las concentraciones séricas de glucosa y lactato tras el ejercicio en ambos sexos (ambos P < 0,05). 	<ul style="list-style-type: none"> - En comparación con las mujeres, los hombres podrían recibir mayores efectos ergogénicos de la cafeína cuando se ven afectados por el daño muscular inducido por el ejercicio. - La ingesta de cafeína es capaz de restaurar la potencia muscular dañada en atletas universitarios de élite de ambos sexos.

Tabla 8. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con cafeína en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

4.8. Influencia de la suplementación con zumo de remolacha en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Clifford et al. 2017 (47)	30 varones activos	<ul style="list-style-type: none"> - G1: 100 drop jumps + suplementación con zumo de remolacha - G2: 100 drop jumps + suplementación bebida sólo de nitratos - G3: 100 drop jumps + suplementación con placebo isocalórico 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño muscular - Contracciones voluntarias isométricas máximas - Saltos de contramovimiento - Umbral presión-dolor - Creatina quinasa (CK) - Proteína C reactiva <p>Evaluaciones antes, inmediatamente después, 24, 48 y 72 h después del protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Los grupos G1 y G2 incrementaron el óxido nítrico sérico, que alcanzó su máximo a las 2 h post-ingesta (136 ± 78 y 189 ± 79 $\mu\text{mol/L}$, respectivamente). - El umbral presión-dolor disminuyó en todos los grupos tras el ejercicio ($P = 0,001$), pero se atenuó el grupo G1 en comparación con el G2 y el G3 ($P = 0,043$). - Las contracciones voluntarias isométricas máximas y los saltos de contramovimiento se redujeron después del ejercicio (-15-25%) y no se recuperaron a los valores basales a las 72 h en todos los grupos, aunque no se observaron diferencias entre los grupos ($P > 0,05$). - La creatina quinasa sérica aumentó tras el ejercicio, pero no hubo diferencias entre grupos ($P > 0,05$). - Los niveles de proteína C reactiva de alta sensibilidad no se vieron alterados por el protocolo de ejercicio ($P > 0,05$). 	<ul style="list-style-type: none"> - La suplementación con zumo de remolacha es más eficaz que la bebida sólo de nitrato para atenuar el dolor muscular asociado al daño muscular inducido por el ejercicio.

Tabla 9. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia de la suplementación con zumo de remolacha en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

4.9. Influencia del consumo de alcohol en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Barnes Mündel, Stannard 2012 (48)	23 varones sanos (24,1 \pm 5,6 años; 83 \pm 12,6 kg)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: ejercicio excéntrico del cuádriceps + consumo de bebida alcohólica (1g/kg alcohol) - G2: ejercicio excéntrico del cuádriceps + consumo de bebida no alcohólica - G3: consumo de bebida alcohólica (1g/kg alcohol) - G4: consumo de bebida no alcohólica 	<ul style="list-style-type: none"> - Tensión muscular voluntaria y estimulada eléctricamente - Estimulación eléctrica percutánea - Contracciones isométricas máximas del cuádriceps - Electromiografía - Activación voluntaria - Fatiga de baja frecuencia - Creatina quinasa (CK) <p>Evaluaciones antes del ejercicio y 12, 36 y 60 horas después del consumo de la bebida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se observaron disminuciones significativamente mayores ($p < 0,01$) en la contracción isométrica voluntaria máxima con G1 a las 36 y 60 h en comparación con G2 - No se observó ningún cambio entre los grupos G3 y G4. - Se observaron disminuciones significativas de la activación voluntaria a las 36 h ($p = 0,003$) y a las 60 h ($p = 0,01$) sólo en el grupo G1. - Se observaron elevaciones de la creatina quinasa en todos los puntos temporales posteriores al ejercicio excéntrico (todos $p < 0,05$) tanto en el grupo G2 como en el G3. 	<ul style="list-style-type: none"> - La disminución del impulso neural parece contribuir al efecto del alcohol sobre la magnitud de las disminuciones relacionadas con el daño muscular inducido por el ejercicio en la generación de fuerza voluntaria.

Tabla 10. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia del consumo de alcohol en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

4.10. Influencia del consumo de otro tipo de suplementos en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Autores y año de publicación	Grupos / Población	Intervención	Variables analizadas	Resultados	Conclusiones
Peschek et al. 2013 (49)	8 atletas entrenados en resistencia (VO ₂ máx 64,4 ± 7,6 mL/kg/min)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: carrera cuesta abajo + suplementación con 0mg flavonoides + contrarreloj 5km - G2: carrera cuesta abajo + suplementación con 350mg flavonoides + contrarreloj 5km 	<ul style="list-style-type: none"> - Creatina quinasa (CK) - Dolor muscular percibido - Función muscular de los extensores de ambas rodillas - Sensibilidad muscular <p>Evaluaciones al inicio y 24 y 48 horas después del primer protocolo de ejercicio y después del segundo protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No se revelaron diferencias significativas (p = 0,97) entre los ensayos en cuanto al tiempo de finalización de 5K (G1= 1198,3 ± 160,6 s, G2= 1195,5 ± 148,8 s). - No se encontraron diferencias significativas en los niveles de creatina quinasa (CK) (p = 0,31) ni en el dolor muscular (p = 0,21) entre los grupos a lo largo del tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> - La adición aguda de flavonoides de cacao a la leche con chocolate baja en grasas no ofrece ningún beneficio adicional para la recuperación
Markworth et al. 2018 (50)	21 hombres jóvenes sanos y activos de Nueva Zelanda (de 18 a 35 años)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: entrenamiento de fuerza + suplementación con ácido araquidónico (1.5 g/d) - G2: entrenamiento de fuerza + suplementación con placebo (aceite de maíz y soja) 	<ul style="list-style-type: none"> - Muestras de sangre total EDTA - Suero - Células mononucleares de sangre periférica - Biopsias de músculo esquelético <p>Evaluaciones antes, inmediatamente después y a las 2, 4 y 48 h después del protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Los sujetos del grupo G1 produjeron una mayor actividad de la creatina cinasa sérica estimulada por el ejercicio (P=0,046) y un m mayor recuento de leucocitos en sangre (leucocitos totales, P<0,001; neutrófilos: P=0,007; monocitos: P=0.015). - El cambio de pliegues inducido por el ejercicio en la expresión de ARNm de células mononucleares de sangre periférica de interleucina-1 (IL1B), CD11b (ITGAM) y elastasa de neutrófilos (ELANE), así como la expresión de ARNm muscular de las quimiocinas interleucina-8 (CXCL8) y proteína quimioatrayente de monocitos 1 (CCL2) también fue mayor en el grupo G1 que en el G2 - La suplementación con ácido araquidónico no influyó en la presencia histológica de leucocitos en el músculo, el dolor muscular percibido ni el alcance y la duración de la pérdida de fuerza muscular. 	<ul style="list-style-type: none"> - La suplementación con ácido araquidónico aumenta transitoriamente la respuesta inflamatoria al ejercicio de resistencia agudo, pero no afectó a la recuperación.
Costello et al. 2020 (51)	12 hombres y 8 mujeres corredores sanos	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con grosella negra de Nueva Zelanda (2x300mg) + media maratón - G2: suplementación con placebo (2x300mg de celulosa microcristalina) + media maratón 	<ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento del salto con contramovimiento - Interleucina-6 (IL-6) en orina - Dolor muscular percibido - Fatiga <p>Evaluaciones antes, después, y a las 24 y 48 h de la media maratón</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tanto en el grupo G1 y G2, las variables de rendimiento en el salto con contramovimiento se redujeron inmediatamente después de la media maratón (P<0,05) y todas volvieron a los niveles previos a la media maratón a las 48 h, excepto la fuerza máxima concéntrica y excéntrica y la duración excéntrica, sin diferencias en la respuesta entre los grupos (P>0,05). - La IL-6 en orina aumentó 48 h después de la media maratón sólo en el grupo G1 (P<0,01) y se mantuvieron sin cambios en comparación con los niveles previos a la media maratón en el grupo G2 (P>0,05). - Tanto en el grupo G1 y G2, el dolor muscular y la fatiga percibidos aumentaron inmediatamente después de la media maratón (P<0,05) y volvieron al nivel previo a la media maratón a las 48 h, sin diferencias entre los grupos (P>0,05). 	<ul style="list-style-type: none"> - La suplementación con extracto de grosella negra de Nueva Zelanda no tiene ningún efecto sobre la recuperación de las variables de salto en contramovimiento y las percepciones de dolor muscular o fatiga tras una media maratón en corredores recreativos.
Lynn et al. 2018 (52)	21 corredores entrenados de forma recreativa	<ul style="list-style-type: none"> - G1: Medio Maratón de Sheffield + suplementación 	<ul style="list-style-type: none"> - Dolor muscular de aparición retardada 	<ul style="list-style-type: none"> - La media maratón provocó aumentos en el dolor muscular de aparición tardía, la proteína c reactiva y la CK en ambos grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> - El zumo de arándano evoca aumentos de pequeños a moderados en el dolor

	(hombres n=16; mujeres n=5)	<p>con zum de arándano (2x200ml)</p> <ul style="list-style-type: none"> - G2: Medio Maratón de Sheffield + suplementación con placebo 	<ul style="list-style-type: none"> - Daño muscular (creatina quinasa; CK) - Inflamación (proteína c reactiva) <p>Evaluaciones al inicio, antes y después de la carrera y 24 y 48 h después de la carrera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El zumo de arándano tuvo un efecto posiblemente perjudicial sobre el dolor muscular de aparición retardada desde antes de la carrera hasta inmediatamente después de la misma, sobre la proteína c-reactiva desde antes de la carrera hasta 24 h y 48 h después de la misma. - Las diferencias entre los grupos G1 y G2 en el dolor muscular de aparición tardía y la proteína c-reactiva fueron poco claras, posiblemente triviales o probablemente triviales. - Las diferencias en los cambios de la CK entre G1 y G2 no estaban claras en todos los puntos temporales excepto desde el inicio hasta antes de la carrera, donde G1 tuvo un efecto posiblemente perjudicial en la reducción del daño muscular 	<p>muscular de aparición tardía y la proteína c-reactiva inducidos por el ejercicio.</p>
Ceci et al. 2015 (53)	13 universitarios varones sanos, no fumadores y entrenados	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con tadalafilo (20mg/d) + ejercicio exhaustivo en cicloergómetro - G2: suplementación con placebo + ejercicio exhaustivo en cicloergómetro 	<ul style="list-style-type: none"> - Estado antioxidante total del plasma - Homeostasis del glutatión (GSH/GSSG) - Malondialdehído (MDA) - Carbonilos proteicos - Creatina cinasa (CK) - Lactato deshidrogenasa (LDH) - Citoquina inflamatoria interleucina 6. <p>Evaluaciones inmediatamente antes y después del protocolo de ejercicio y durante la recuperación (15, 30, 60 min).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La administración de tadalafilo per se afectó a los marcadores de homeostasis redox (homeostasis del glutatión -36 %; $p < 0,05$), celular (CK +75 % y lactato deshidrogenasa +36 %; $p < 0,05$) y a los marcadores de daño oxidativo (malondialdehído +41 % y carbonilos proteicos +50 %; $p < 0,05$). - El ejercicio exhaustivo incrementó todos los parámetros bioquímicos anteriormente descritos, y los sujetos del grupo G1 mostraron valores significativamente superiores con respecto al grupo G2 	<ul style="list-style-type: none"> - Una exposición prolongada al tadalafilo disminuye la capacidad antioxidante en condiciones de reposo, por lo que los sujetos son más susceptibles al estrés oxidativo inducido por un ejercicio exhaustivo.
Lee et al. 2021 (54)	30 hombres y 30 mujeres sanos no fumadores de la universidad nacional del deporte de Taiwán	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con extracto de hierba luisa Planox® (400mg/d) + saltos con contramovimiento + Test de Cooper - G2: suplementación con placebo (0mg/d) + saltos con contramovimiento + Test de Cooper 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación del salto con contramovimiento - Tracción isométrica del muslo medio - Prueba de rigidez muscular - Evaluación del dolor causado por el ejercicio - Análisis bioquímico del suero - Creatina quinasa (CK) - Interleuquina-6 (IL-6) - Análisis bioquímico - 8-Hidroxi-2'-desoxiguanosina en orina <p>Evaluaciones antes, y 3, 24, 48 y 72 h después del protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En comparación con las del grupo G2, las mejoras en el grupo G1 fueron significativamente mayores en los minutos 6 ($p = 0,0257$), 9 ($p = 0,0393$) y 12 ($p = 0,0001$). - Tanto en el cuádriceps medial como en el lateral a las 48 horas del ejercicio exhaustivo, la tensión muscular fue significativamente mayor en el grupo G2 que en el grupo G1 ($p < 0,05$). - El dolor muscular que aparecía a las 48 y 72 horas después del ejercicio excesivo del músculo cuádriceps medial fue significativamente menor en el grupo G1 que en el grupo G2. - El efecto de recuperación de la fuerza muscular isométrica máxima fue mejor en el grupo G1 que en el grupo G2, pero aún menos pronunciado. - A las 3, 24 y 48 horas después del ejercicio exhaustivo, la CK fue significativamente mayor en el grupo G2 que en el grupo G1. - A las 48 horas del ejercicio, el nivel sérico de IL-6 fue significativamente mayor en el grupo G2 que en el grupo G1 ($p = 0,0053$). - El nivel de 8-Hidroxi-2'-desoxiguanosina fue significativamente inferior en el grupo G1 (31,88%; $p = 0,0001$) que en el grupo G2 24h después del ejercicio. 	<ul style="list-style-type: none"> - El extracto de hierba luisa Planox® puede reducir el daño muscular y el dolor después del ejercicio.
Lee et al. 2022	114 sujetos (78 hombres y 36 mujeres)	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con Lactobacillus paracasei 	<ul style="list-style-type: none"> - Salto en contramovimiento - Tracción isométrica del muslo medio 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanto los sujetos del grupo G1 como del G2 ralentizaron significativamente la pérdida de fuerza muscular tras una lesión 	<ul style="list-style-type: none"> - La suplementación con Lactobacillus paracasei vivo o

(55)	mujeres) de la Universidad Nacional del Deporte de Taiwán	vivo (2x1010 UFC/d) + 100 saltos verticales máximos - G2: suplementación con Lactobacillus paracasei muerto por calor (2x1010 células/d) + 100 saltos verticales máximos - G3: suplementación con placebo + 100 saltos verticales máximos	- Prueba anaeróbica de Wingate - Niveles de creatina quinasa (CK) - Niveles de mioglobina y de testosterona - Sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico - Transaminasa de aspartato - Aminotransferasa - Colesterol total - Triglicéridos - Colesterol de lípidos de alta y baja densidad - Nitrógeno ureico en sangre - Creatina - Ácido úrico - Niveles de glucosa Evaluaciones antes y 3, 24 y 48 h después del protocolo de ejercicio.	muscular, y redujeron significativamente la producción de marcadores de daño muscular e inflamación (p < 0,05). - Los sujetos de los grupos G1 y G2 tuvieron los beneficios de acelerar la recuperación y la mejora de la fuerza muscular, los marcadores sanguíneos de lesión muscular e inflamación, y ralentizar el descenso de las concentraciones de testosterona (p < 0,05), aunque se observó una mejor tendencia en lo sujetos del grupo G2.	Lactobacillus paracasei muerto por calor durante seis semanas previene la pérdida de fuerza tras el daño muscular y mejora el daño muscular en sangre y los marcadores inflamatorios, con beneficios protectores, de recuperación acelerada y antifatiga.
Borsa, Kaiserm Martin, 2013 (56)	40 hombres y mujeres sanos, no fumadores y físicamente activos mujeres	- G1: suplementación con agua modificada electrocinéticamente (2-6x 500ml) + ejercicio concéntrico-excéntrico casi máximo del músculo bíceps braquial - G2: suplementación con agua + ejercicio concéntrico-excéntrico casi máximo del músculo bíceps braquial	- Fuerza isométrica máxima - Dolor muscular - Dolor con la extensión del codo - Ángulo del codo relajado - Incapacidad autoinformada del brazo - Creatina quinasa (CK) - Proteína C-reactiva de alta sensibilidad Evaluaciones antes y 24, 48 y 96 h después del protocolo de ejercicio.	- El dolor con la extensión del codo y la incapacidad autoinformada del brazo fueron significativamente mayores en el grupo G2 en comparación con el grupo G1 a las 48 h (P < 0,01) y 96 h (P < 0,01) después del ejercicio. - El ángulo relajado del codo fue significativamente mayor en el grupo G1 en comparación con el G2 a las 48 h (P < 0,01) y 96 h (P < 0,01) después del ejercicio. - Las concentraciones plasmáticas de proteína C-reactiva de alta sensibilidad y CK fueron significativamente inferiores en el grupo G1 en comparación con el G2 a las 48 h (P < 0,05) y 96 h (P < 0,01) después del ejercicio.	- El consumo oral de agua modificada electrocinéticamente redujo significativamente el daño muscular y la inflamación inducidos por el ejercicio y mejoró la recuperación funcional.
Sgrò et al. 2021 (57)	12 hombres jóvenes sanos y moderadamente activos	- G1: suplementación con quercetina (1g/d) + 10 contracciones máximas de alargamiento de los flexores del codo - G2: suplementación con placebo + 10 contracciones máximas de alargamiento de los flexores del codo	- Creatina cinasa (CK) - Lactato deshidrogenasa - Mioglobina - Interleucina 6 (IL-6) - IGF-I e IGF-II Evaluaciones antes y en diferentes momentos entre 24h y 7 días después del protocolo de ejercicio.	- En el grupo G2, el aumento de IGF-I (72 h) precedió al aumento de IGF-II (7 d). - En el grupo G1, hubo un aumento más marcado de los niveles de IGF-I y, en particular, el pico de IGF-II se encontró antes, en comparación con G2. - El grupo G1 redujo los marcadores plasmáticos de daño celular [CK (p< 0,005), deshidrogenasa láctica (p< 0,001) y mioglobina (p< 0,05)] y el nivel de interleucina 6 [IL-6 (p< 0,05)] durante el periodo de recuperación tras el daño muscular inducido por el ejercicio en comparación con el G2.	- El uso de la quercetina como estrategia de suplementación dietética mitiga y promueve una recuperación más rápida tras el ejercicio excéntrico.
Bazzucchi et al. 2019 (58)	12 hombres moderadamente activos (26,1 ± 3,1 años; 75,1 ± 7,1 kg; 1,79 ± 0,04 m)	- G1: suplementación con quercetina (1g/d) + contracciones máximas de elongación	- Contracción isométrica voluntaria máxima - Señales electromiográficas - Intensidad del dolor - Ángulo del brazo en reposo - Circunferencia del brazo	- Los sujetos del grupo G1 aumentaron significativamente la fuerza isométrica registrada durante la contracción isométrica voluntaria máxima en comparación con el valor inicial (+4,7%, p < 0,05). - El par de torsión y la disminución de la velocidad de conducción de las fibras musculares registrados durante el ejercicio excéntrico	- 14 días de suplementación con quercetina parecen capaces de atenuar la gravedad de la debilidad muscular causada por la

		<ul style="list-style-type: none"> - G2: suplementación con placebo + contracciones máximas de elongación 	<ul style="list-style-type: none"> - Creatina quinasa plasmática (CK) - Lactato deshidrogenasa <p>Evaluaciones inmediatamente después y 24, 48 y 72 h después del protocolo de ejercicio.</p>	<p>fueron significativamente inferiores en el grupo G1 en comparación con el G2.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inmediatamente después del daño muscular inducido por el ejercicio, la fuerza isométrica, la relación fuerza-velocidad y la contracción isométrica voluntaria máxima fueron significativamente menores en el grupo G2 que en el G1. 	<p>alteración miofibrilar inducida por ejercicio excéntrico.</p>
<p>Martin et al. 2020 (59)</p>	<p>48 estudiantes de Ciencias del Deporte (18 mujeres y 30 hombres)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con extracto de hoja de mango Zynamite® (140mg) y quercetina (140mg) + carrera de 10km + 100 drop jumps - G2: suplementación con placebo (728mg maltodextrina) + carrera de 10km + 100 drop jumps 	<ul style="list-style-type: none"> - Salto con contramovimiento - Mioglobina - Proteína C-reactiva - Creatina quinasa (CK) encimática - Alanina aminotransferasa sérica <p>Evaluaciones antes y después del protocolo de ejercicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel de dolor en los muslos <p>Evaluaciones después de carrera de 10km y 24h después</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Los participantes del grupo G1 atenuaron el dolor muscular sentido tras la competición ($p = 0,035$) y la pérdida de rendimiento en salto ($p = 0,036$; $p = 0,034$) y de impulso mecánico ($p = 0,038$) 24 h después del protocolo de ejercicio. - El grupo G1 atenuó el aumento de la mioglobina sérica y la alanina aminotransferasa en los hombres, pero no en las mujeres ($p < 0,05$). 	<ul style="list-style-type: none"> - Una dosis única de 140 mg de Zynamite® combinada con 140 mg de quercetina, administrada una hora antes de la competición, seguida de tres dosis adicionales cada ocho horas, atenúa el dolor y el daño muscular, y acelera la recuperación del rendimiento muscular
<p>Jówko et al. 2015 (60)</p>	<p>16 velocistas varones de un club deportivo universitario (21,6 ± 1,5 años; 76,9 ± 6,4 kg; 180,5 ± 6,2 cm).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - G1: suplementación con extracto de té verde (980mg/d) + 2 pruebas sprint de ciclo repetido - G2: suplementación con placebo + 2 pruebas sprint de ciclo repetido 	<ul style="list-style-type: none"> - Superóxido dismutasa - Glutación peroxidasa en los eritrocitos - Polifenoles totales - Capacidad antioxidante total - Ácido úrico - Albúmina - Malondi aldehído - Creatina quinasa (CK). <p>Evaluaciones antes y 5 min y 24 h después del protocolo de ejercicio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Las pruebas repetidas de sprint cíclico realizadas indujeron un aumento del malondi aldehído, la capacidad antioxidante total y el superóxido dismutasa en el grupo G2. - Se observó un aumento del ácido úrico, la albúmina y la CK tras las pruebas de sprint cíclico repetidas en ambos grupos - El grupo G1 provocó un aumento de los polifenoles totales y de la capacidad antioxidante total en reposo, y una disminución del aldehído malondi y del superóxido dismutasa tras las pruebas repetidas de sprint en bicicleta, en comparación con el grupo G2. - No se produjeron cambios significativos en el rendimiento en sprint en G1, en comparación con G2. 	<ul style="list-style-type: none"> - La suplementación con extracto de té verde previene el estrés oxidativo inducido por pruebas repetidas de sprint cíclico en velocistas - La suplementación con extracto de té verde no parece dificultar la adaptación al entrenamiento. - La administración de extracto de té verde no previene del daño muscular inducido por el ejercicio, ni mejora el rendimiento de sprint

Tabla 11. Características y principales conclusiones de los estudios que analizan la influencia del consumo de otro tipo de suplementos en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

5. Discusión

Este epígrafe tiene como objetivo explicar los resultados expuestos en el anterior apartado y analizar el significado y las conclusiones obtenidas, así como comparar las distintas evidencias existentes.

5.1. Resultados de la búsqueda

Esta revisión ha tenido el objetivo principal de evaluar las estrategias nutricionales en la prevención y recuperación de distensiones musculares en el muslo en jugadores de fútbol profesional. Sin embargo, tras los problemas mencionados en el apartado de “Metodología”, se decidió ampliar el tema principal del estudio con el objetivo de encontrar referencias bibliográficas que estuvieran relacionadas con el objetivo principal.

Se han incluido 35 artículos relacionados con la influencia de distintos macronutrientes y/o suplementos nutricionales sobre el proceso de prevención y/o recuperación de lesiones musculares: ingesta de proteínas (26-34), suplementación con vitaminas (35, 36), suplementación con ácidos grasos omega-3 (37-40), suplementación con curcumina (41), suplementación con HMB (42, 43), suplementación con concentrado de cerezas ácidas (44), suplementación con cafeína (45, 46), suplementación con zumo de remolacha (47), consumo de alcohol (48) y otro tipo de suplementos (49-60).

5.1.1. Influencia de la ingesta de proteínas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

El impacto de la ingesta proteica sobre en el proceso de recuperación muscular post-ejercicio ha sido evaluado en varios estudios como bien se ha desarrollado en el epígrafe de los resultados, donde se ha encontrado que una ingesta elevada de proteínas (1,5 g/kg) proporciona efectos beneficiosos sobre la recuperación del daño muscular inducido por el ejercicio, al mismo tiempo que mitiga el deterioro del rendimiento durante sesiones sucesivas de velocidad-fuerza (26, 29). Sin embargo, aumentar de forma excesiva, o incluso duplicar la ingesta proteica recomendada no produce mejoras significativas en la recuperación (26). Esto nos indica la importancia de mínimo llegar a las recomendaciones de ingesta proteica diaria, ya que no obtendremos mayores beneficios tras un exceso de la ingesta de la misma.

Por un lado, se ha demostrado que la ingesta de 500ml de leche post-ejercicio puede limitar la disminución del rendimiento muscular isocinético y el aumento de la creatina quinasa (27, 28). Por otro lado, aunque la suplementación con hidrolizado de proteína de suero sea beneficiosa para reducir los síntomas del daño muscular inducido por el ejercicio y mejorar la recuperación de la función muscular (30), así como reducir las probabilidades de lesión y reducir los días que se falta a los entrenamientos (32), también es cierto que dicha suplementación puede ser evitada si se emplea un gran rigor en torno a la provisión de una dieta habitual de calidad que cumpla la recomendación de ingesta de proteínas (31). Teniendo en cuenta todo lo comentado, se podría afirmar que la suplementación con proteína de suero puede ser omitida siempre que alcancemos los requerimientos de proteína a través de alimentos proteicos de alto valor biológico, como en este caso, la leche.

Por último, se ha demostrado que la suplementación con BCAA favorece la recuperación de la fuerza isométrica y el dolor muscular percibido (33). En referencia con lo anterior, enriquecer con leucina el suplemento con BCAA no aportará ninguna ventaja para la recuperación muscular tras el ejercicio (34), por lo que, en caso de optar por la utilización de este suplemento, no será necesario añadir leucina.

5.1.2. Influencia de la suplementación con vitaminas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Los estudios encontrados sobre la administración de suplementos de vitamina C y E aportan conclusiones contrarias. Martínez, et al. (2022) demostraron que la suplementación con vitamina C y E a corto plazo (4 días) es eficaz para atenuar el daño tisular inducido por el ejercicio y la respuesta inflamatoria durante y después de partidos sucesivos de taekwondo (35). Sin embargo, otro estudio demostró que los suplementos de vitamina C y E no parecen ayudar con el daño muscular inducido por el ejercicio en individuos entrenados en resistencia (36).

Aunque los resultados son contrarios, el factor del deporte practicado en ambos estudios (deporte de fuerza-potencia y deporte de resistencia) ha de tenerse en cuenta en la interpretación de los resultados; por lo que la suplementación con vitamina C y E podría ser efectiva para aquellos deportistas donde la capacidad física dominante del deporte sea la fuerza-potencia.

5.1.3. Influencia de la suplementación con omega-3 en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Varios estudios concluyen que la suplementación con ácidos grasos omega-3 puede atenuar con éxito cambios funcionales y/o aspectos menores tras el daño muscular inducido por el ejercicio (37, 38).

Asimismo, la adición de aceite de pescado a un suplemento a base de proteínas se tradujo en un mejor mantenimiento de la potencia explosiva (40). Este mantenimiento del rendimiento podría traducirse en una menor probabilidad de lesión, por lo que el suplemento de aceite de pescado junto con proteína podría ser una opción interesante en la prevención de lesiones musculares.

Estos resultados están muy relacionados con los obtenidos por Corder et al. (2016), quienes demostraron que la suplementación durante 7 días con omega 3 atenuaba el dolor muscular y los marcadores de la inflamación 48 horas después del daño muscular inducido por el ejercicio (61).

5.1.4. Influencia de la suplementación con curcumina en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Respecto a la suplementación con curcumina, solamente se encontró un estudio, el cual explica que la forma biodisponible de la curcumina (Cureit) mejora la recuperación y proporciona mejoras significativas contra el daño muscular inducido por el ejercicio (41).

5.1.5. Influencia de la suplementación con HMB en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

La suplementación con HMB parece tener varios beneficios en el apartado de lesiones dentro del ámbito deportivo. Correia et al. (2018) demostraron que una dosis única de suplementación con HMB-FA mejora la recuperación de la capacidad de trabajo tras un ejercicio de alta intensidad, pero no es efectiva para la evolución temporal de la inflamación muscular (42). Por el contrario, Wilson et al. (2013) demostraron que un suplemento de HMB-FA administrado a atletas entrenados antes del ejercicio puede mitigar el aumento del daño muscular y evitar la disminución de la percepción de la disposición para entrenar tras el daño muscular inducido por el ejercicio (43).

Aun así, las evidencias son muy limitadas para sacar alguna conclusión significativa. Además, considero de vital importancia una actualización más reciente si se desea comprobar la eficacia real de este suplemento en un ambiente deportivo.

5.1.6. Influencia de la suplementación con concentrado de cerezas ácidas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

En esta revisión, solamente se encontró un estudio que analizara la influencia de la suplementación con concentrado de cerezas ácidas en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares. En este caso, se halló que la suplementación con concentrado de cerezas ácidas Montmorency puede ser una intervención nutricional práctica para ayudar a atenuar los síntomas del daño muscular y mejorar la recuperación tras un protocolo de ejercicio físico de alta intensidad (44).

5.1.7. Influencia de la suplementación con cafeína en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Aunque la evidencia respecto a la influencia de la suplementación con cafeína en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares es escasa, varios estudios evidencian la efectividad de este suplemento.

La suplementación con cafeína tiene el potencial de restaurar la función muscular isocinética (45) y la potencia muscular dañada (46) a los valores previos a la lesión. Además, Green, Martin y Corona (2018) encontraron que, en comparación con las mujeres, los hombres podrían recibir mayores efectos ergogénicos de la cafeína cuando se ven afectados por el daño muscular inducido por el ejercicio (45).

Aunque la mayoría de la evidencia científica de la suplementación con cafeína demuestra que es un suplemento muy efectivo para mejorar el rendimiento deportivo, parece evidente que también tiene un papel fundamental en la recuperación de lesiones musculares. Sin embargo, será necesario seguir estudiando este suplemento en este contexto específico para obtener resultados de mayor significancia.

5.1.8. Influencia de la suplementación con zumo de remolacha en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

El único estudio encontrado sobre la influencia de la suplementación con zumo de remolacha en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares demostró que es un suplemento interesante a tener en cuenta, ya que descubrieron que la suplementación con zumo de remolacha es incluso más eficaz que la bebida sólo de nitrato para atenuar el dolor muscular asociado al daño muscular inducido por el ejercicio (47).

No obstante, la mayoría de la evidencia científica del zumo de remolacha está relacionada con otro tipo de beneficios, como la mejora de la eficiencia mitocondrial, tolerancia al ejercicio, función contráctil del músculo, etc, lo cual se traduce en una mejora en el tiempo hasta el agotamiento y un mayor rendimiento en deportes de resistencia (62, 63, 64)

5.1.9. Influencia del consumo de alcohol en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

Aunque la evidencia hasta el día de hoy es casi inexistente, parece evidente que el alcohol juega un papel importante en la prevención y recuperación de lesiones musculares. Un estudio demostró que la disminución del impulso neural parece contribuir al efecto del alcohol sobre la magnitud de las disminuciones relacionadas con el daño muscular inducido por el ejercicio en la generación de fuerza voluntaria (48).

5.1.10. Influencia del consumo de otro tipo de suplementos en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares

En este último grupo de suplementos, se encuentran todos aquellos suplementos con menor evidencia científica a día de hoy. Dentro de todos ellos, hay varios suplementos que no han demostrado tener una eficacia significativa en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares, como son los flavonoides de cacao (49), el ácido araquidónico (50), el extracto de grosella negra de Nueva Zelanda (51) y el zumo de arándano (52).

Un mismo estudio demostró que, aunque la suplementación con extracto de té verde prevenga el estrés oxidativo inducido por el ejercicio de alta intensidad, no es efectiva para prevenir el daño muscular inducido por el ejercicio (60).

Hay varios suplementos que cuentan con muy poca evidencia a día de hoy, pero que la poca evidencia existente ya deja entrever el potencial de algunos de ellos en la prevención y recuperación de lesiones musculares. Aunque no intervenga de manera directa en este proceso, la suplementación con tadalafilo es capaz de disminuir la capacidad antioxidante en condiciones de reposo (53).

Se ha demostrado que la suplementación con extracto de hierba luisa Planox® (54), *Lactobacillus paracasei* vivo o muerto (55), agua modificada electrocinéticamente (56), quercetina (57, 58) y extracto de hoja de mango Zynamite® y quercetina (59), puede reducir el daño muscular y el dolor inducido por el ejercicio, prevenir la pérdida

de fuerza tras el daño muscular y promover una recuperación más rápida. No obstante, y como he comentado anteriormente, la evidencia alrededor de estos suplementos aún es mínima, por lo que se requiere de mayor investigación para poder comenzar a utilizarlos en un contexto de deporte de alto rendimiento como el fútbol.

5.2. Limitaciones y fortalezas de la revisión

A lo largo de todo el proceso de realización de este trabajo de revisión, he encontrado varias dificultades, las cuales han finalizado siendo limitaciones.

Para comenzar, destaco la inexistencia de evidencia científica alrededor de estrategias nutricionales para prevenir y/o recuperar distensiones musculares en el muslo en futbolistas de élite. Este era en un inicio el objetivo principal del trabajo. Sin embargo, debido a que la estrategia de búsqueda bibliográfica no daba resultado alguno, se decidió por ampliar el tema y eliminar los varios conceptos; por un lado, la búsqueda sobre distensiones musculares en el muslo pasó a ser una búsqueda de distensiones musculares en general, sin especificar la zona del cuerpo donde los futbolistas más distensiones musculares sufren; por otro lado, la búsqueda de estudios realizados en futbolistas de élite pasó a ser una búsqueda donde se buscaban sujetos deportistas, ya que la búsqueda en un contexto de fútbol de élite eran inefectiva.

Todos estos cambios en la estrategia de búsqueda hacen que los resultados de esta revisión deban tratarse con precaución a la hora de aplicarlos en un contexto de fútbol de élite. En consecuencia, es de vital importancia la existencia de nuevos estudios dentro del fútbol de elite, ya que, a día de hoy, la evidencia científica en este contexto específico es muy limitada

Siguiendo con las limitaciones, destaco el hecho de que todos los estudios incluidos en la revisión se centran en el estudio de un único suplemento. En este caso, creo que sería necesario estudiar diferentes estrategias nutricionales donde se pruebe la eficacia y la sinergia de distintos suplementos entre sí, ya que, en un proceso de recuperación de una distensión muscular, es muy habitual la utilización de varios suplementos nutricionales a la vez.

El hecho de excluir de la revisión estudios que no fueran publicaciones de revistas científicas puede ser una limitación importante; ya que, es posible que se haya dejado fuera de la revisión información y documentación relevante y de gran

significancia. No obstante, se destaca como una fortaleza de la revisión el hecho de garantizar que las investigaciones incluidas hayan sido de buena calidad científica.

Dentro de las fortalezas se destaca la gran diversidad de términos que engloba la estrategia de búsqueda empleada. Asimismo, es de gran importancia destacar que la estrategia de búsqueda final fue aplicada en varias bases de datos, por lo que, a pesar de solamente incluir publicaciones de revistas científicas, el número de estudios que se contempló para su análisis es notablemente amplio.

Por último, se debe hacer especial hincapié en la amplia cantidad de suplementos nutricionales que se han estudiado. Además, la clasificación realizada permite al lector que la interpretación de los datos y los resultados sea de mayor facilidad.

6. Aplicabilidad y nuevas líneas de investigación

Tras analizar los resultados de este trabajo, se ha identificado la efectividad de ciertos aspectos nutricionales en la prevención y/o recuperación de lesiones musculares. Sin embargo, el objetivo inicial del trabajo era identificar la efectividad de las distintas estrategias nutricionales para la prevención y/o recuperación de distensiones musculares en el muslo en un ambiente de fútbol de élite, ya que ese tipo de lesión es la más frecuente entre los futbolistas profesionales.

Por ello, resulta necesario, por un lado, la realización de estudios que permitan comprobar la efectividad de distintos macronutrientes y suplementos nutricionales en la prevención y/o recuperación de distensiones musculares en futbolistas profesionales; y por otro lado, estandarizar criterios de estudio y control, que permitan dar mayor rigor y veracidad a las conclusiones extraídas de los estudios a realizar en el futuro. A continuación, se expondrán algunas consideraciones que podrían ayudar a la realización de estudios en el contexto explicado anteriormente.

6.1. Diseño y tipo de estudio o intervención

El tipo de intervención que presento a continuación se centrará en la ingesta del macronutriente de mayor importancia en la prevención y/o recuperación de distensiones musculares en futbolistas profesionales: la proteína.

Para ello, se propondrá la realización de un ensayo clínico aleatorizado para evaluar la influencia de la ingesta proteica diaria superior a la recomendada en futbolistas profesionales lesionados de distensión muscular en el muslo.

Aun teniendo en cuenta que las distensiones musculares en el muslo son las lesiones musculares en los futbolistas profesionales, es cierto que es complicado encontrar una muestra de sujetos significativa en un mismo equipo de fútbol. Por ello, este estudio se llevará a cabo con 90 futbolistas profesionales con distensión muscular en el muslo que jueguen en algún equipo de las siguientes ligas europeas: Primera División de España (LaLiga Santander), Segunda División de España (LaLiga SmartBank), Primera División de Francia (Ligue 1) y Primera División de Portugal (Primeira Liga). La elección de estas Ligas es debido a que el estudio se llevará a cabo en España. Una vez seleccionados a los 40 sujetos que participarán en el estudio, se les asignará de forma aleatoria a uno de los siguientes grupos: ingesta proteica diaria controlada de 1.6 g/kg (Grupo 1), ingesta proteica diaria controlada de 2.5 g/kg (Grupo 2) e ingesta proteica diaria no controlada (Grupo 3). El seguimiento y el control

nutricional se llevará a cabo desde que sucede la distensión muscular en el muslo hasta que finalice el proceso de recuperación y el jugador reciba el alta competitiva. Dicho control nutricional contará con el cálculo de los requerimientos nutricionales de los jugadores incluidos tanto en el Grupo 1 como en el Grupo 2, siempre tomando como referencia la ingesta proteica diaria asignada.

Se evaluará de forma semanal la masa muscular del muslo lesionado, perímetro del muslo medio de la pierna lesionada, la fuerza isométrica máxima de la pierna lesionada, los índices de daño muscular (creatina quinasa) y el daño muscular percibido.

La duración total del estudio será de una temporada completa; es decir, desde agosto de 2023, hasta junio de 2024.

6.2. Población diana

Los criterios de inclusión para la participación en este estudio serán ser jugador de fútbol profesional de las siguientes ligas europeas: Primera División de España (LaLiga Santander), Segunda División de España (LaLiga SmartBank), Primera División de Francia (Ligue 1) y Primera División de Portugal (Primeira Liga) y padecer una distensión muscular en el muslo durante la temporada 2023-24. Por el contrario, los criterios de exclusión serán no ser jugador de una de las 4 ligas mencionadas, ser jugador sano sin ningún tipo de lesión o ser un jugador con cualquier tipo lesión que no sea distensión muscular en el muslo.

6.3. Sistema de recogida de datos

El sistema de recogida de datos consistiría en:

- Una encuesta previa al inicio del ensayo clínico realizada en cada sujeto para evaluar el historial clínico.
- Medición de la masa muscular del muslo lesionado mediante bioimpedancia eléctrica al comienzo y al final del estudio, y cada 2 semanas durante todo el proceso de recuperación
- Medición del perímetro del muslo medio al comienzo y al final del estudio, y cada 2 semanas durante todo el proceso de recuperación

- Medición de la fuerza isométrica máxima de los extensores de rodilla de la pierna lesionada mediante dinamometría isométrica al comienzo y al final del estudio, y cada 2 semanas durante todo el proceso de recuperación
- Análisis de sangre a cada futbolista al comienzo y al final del estudio, y cada 2 semanas durante todo el proceso de recuperación.
- Medición subjetiva del daño muscular mediante escala numérica (1-10) percibido al comienzo y al final del estudio, y cada 2 semanas durante todo el proceso de recuperación.

6.4. Variables de estudio

Las variables independientes de este ensayo clínico serán las distintas ingestas diarias de proteína ingeridas durante todos los días del proceso de recuperación y las características no deportivas de los participantes (sexo, edad, liga y posición). Por el contrario, las variables dependientes serán todas las mencionadas en el apartado de sistema de recogida de datos en las diferentes ocasiones en las que serán evaluados; es decir, masa muscular, perímetro de muslo medio, fuerza isométrica máxima de los extensores de rodilla, índices de daño muscular (creatina quinasa) y daño muscular percibido.

6.5. Estrategia de análisis de datos

Los datos obtenidos de la composición corporal, pruebas de rendimiento, análisis de sangre, y cuestionario de daño muscular percibido serán analizados estadísticamente para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos descritos anteriormente, los cuales se diferencian por la cantidad de proteína consumida al día.

A partir de los resultados obtenidos tras un análisis exhaustivo de los datos a través del programa informático de estadística IBM SPSS Statistics 27.0, se podrá confirmar cual es la ingesta diaria de proteína más recomendable para acelerar el proceso de recuperación de distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales.

6.6. Consideraciones éticas

Todos los participantes serán informados sobre el estudio y recibirán toda la información referente a los objetivos del estudio, así como su metodología, beneficios y posibles riesgos asociados.

Asimismo, se les solicitará permiso expreso a las Ligas incluidas en el estudio, así como consentimiento por escrito tanto al jugador como al equipo perteneciente para poder participar en el estudio, garantizándoles en todo momento su anonimato.

7. Conclusiones

Llegados al punto final de este trabajo de revisión bibliográfica, se evidencia una falta de estudios y resultados significativos para definir las estrategias nutricionales más efectivas para prevenir y/o recuperar las distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales. Es por ello que, siendo esta la lesión más presente en el fútbol de élite, y teniendo en cuenta que una óptima estrategia nutricional es capaz de acelerar el proceso de recuperación y disminuir los días que el jugador está alejado del terreno de juego, considero de vital importancia la realización de investigaciones en este contexto específico.

Como conclusiones interesantes, se podría apuntar que la mayor cantidad de evidencia científica se ha centrado en la eficacia de una ingesta proteica para reducir el daño muscular inducido por el ejercicio. Además, la leche y la proteína de suero de leche hidrolizada se han presentado como opciones muy interesantes de proteína de alto valor biológico. Asimismo, la suplementación con BCAAs es capaz de disminuir el dolor muscular percibido, lo cual puede ser interesante también en el proceso de prevención de lesiones musculares.

Otros suplementos nutricionales como las vitaminas C y E, los ácidos grasos omega 3, la curcumina, el concentrado de cerezas ácidas o el zumo de remolacha, son también interesantes en el proceso de recuperación de lesiones musculares, ya que todos ellos son capaces de producir mejoras significativas contra el daño muscular inducido por el ejercicio.

Por el contrario, algunos suplementos nutricionales como la cafeína o el HMB, son suplementos con poca evidencia científica significativa a día de hoy, por lo que resulta necesario una mayor cantidad de investigaciones futuras para ser tomados en cuenta como suplementos efectivos en la prevención y/o recuperación de distensiones musculares en el muslo en futbolistas profesionales.

Por último, y teniendo en cuenta los estudios encontrados hasta la fecha, parece evidente la necesidad de realizar investigaciones científicas en un contexto de fútbol de élite para estudiar las estrategias nutricionales más efectivas para acelerar el proceso de recuperación de las distensiones musculares, ya que, debido al exceso de partidos que se juega hoy en día durante una misma temporada, las distensiones musculares en el muslo seguirán siendo un rompecabezas para los clubes que compitan en el fútbol de alto rendimiento.

8. Bibliografía

1. Giza, Eric; Micheli, Lyle J. Soccer injuries. *Epidemiology of Pediatric Sports Injuries*, 2005. 49: 140-169 p.
2. Pfirrmann, Daniel, et al. Analysis of injury incidences in male professional adult and elite youth soccer players: a systematic review. *Journal of athletic training*. 2016; 51(5): 410-424 p.
3. Hagglund M.; Walden, M.; Ekstrand J. Injury incidence and distribution in elite football: a prospective study of the Danish and the Swedish top divisions. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2005; 15(1): 21-28 p
4. Ekstrand J, Hagglund M, Wald. Injuries in professional football (soccer). *American Journal of Sports Medicine*. 2011; 39(6): 1226–1232 p.
5. Shalaj, Ismet, et al. Potential prognostic factors for hamstring muscle injury in elite male soccer players: A prospective study. *PloS ONE*. 2020; 15(11): 1-17 p.
6. Belli, Ennio, et al. Incidence of injuries in semi-professional soccer: a six-month retrospective study in the Italian fourth division. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2022; 62(7): 938-943 p.
7. Dupont, Gregory, et al. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010; 38(9): 1752-1758 p.
8. López, Alejandro, et al. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2020; 54(12): 711-718 p.
9. Eliakim, Eyal, et al. Estimation of injury costs: financial damage of English Premier League teams' underachievement due to injuries. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2020; 6(1): 1-5 p.
10. Close, Graeme L., et al. Nutrition for the prevention and treatment of injuries in track and field athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2019; 29(2): 189-197 p.
11. Kloubec, June; Harris, Cristen. Whole foods nutrition for enhanced injury prevention and healing. *ACSM's Health & Fitness Journal*. 2016; 20 (2): 7-11 p.
12. Smith-Ryan, Abbie E., et al. Nutritional considerations and strategies to facilitate injury recovery and rehabilitation. *Journal of Athletic Training*. 2020; 55(9): 918-930 p.
13. Fried, Thomas; Lloyd, Geoffrey J. An overview of common soccer injuries. *Sports Medicine*. 1992; 14(4): 269-275.

14. Rosado, Adolfo, et al. Acute hamstring injury prevention programs in eleven-a side football players based on physical exercises: systematic review. *Journal of Clinical Medicine*. 2021; 10(9): 1-18 p.
15. Papadopoulou, Sousana K. Rehabilitation nutrition for injury recovery of athletes: The role of macronutrient intake. *Nutrients*. 2020; 12(8): 1-17p.
16. Impey, Samuel G., et al. Fuel for the work required: a theoretical framework for carbohydrate periodization and the glycogen threshold hypothesis. *Sports Medicine*. 2018; 48(5): 1031-1048 p.
17. Papadopoulou, Sousana K. Rehabilitation nutrition for injury recovery of athletes: The role of macronutrient intake. *Nutrients*. 2020; 12(8): 1-17 p.
18. Tipton, Kevin D. Nutritional support for exercise-induced injuries. *Sports Medicine*. 2015; 45(1): 93-104 p.
19. Wall, Benjamin T.; Morton, James P.; Van Loon, Luc JC. Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: nutritional considerations and exercise mimetics. *European Journal of Sport Science*. 2015; 15(1): 53-62 p.
20. Rawson, Eric S.; Miles, Mary P.; Larson-Meyer, D. Enette. Dietary supplements for health, adaptation, and recovery in athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2018; 28(2): 188-199 p.
21. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016; 48(3): 543–568 p.
22. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Scientific opinion on the tolerable upper intake level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). *EFSA Journal*, 2012; 10(7).
23. Joyce, David; Lewindon, D. Sports injury prevention and rehabilitation. Integrating Medicine and Science for Performance Solutions. New York: Routledge; 2015 [consultado 28 de noviembre de 2022]. 464 p.
24. Quintero, Katherin Johana, et al. An overview of nutritional strategies for recovery process in sports-related muscle injuries. *Nutrire*. 2018; 43(1): 1-10 p.
25. Smith, Mark D., et al. Preoperative carbohydrate treatment for enhancing recovery after elective surgery. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2014; 8: 1-93 p.
26. Doering, Thomas M., et al. The effect of higher than recommended protein feedings post-exercise on recovery following downhill running in masters triathletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2017; 27(1): 76-82 p.

27. Cockburn, Emma et al. Effect of volume of milk consumed on the attenuation of exercise-induced muscle damage. *European Journal of Applied Physiology*. 2012; 112(9):3187-3194 p.
28. Rankin, Paula; Stevenson, Emma; Cockburn, Emma. The effect of milk on the attenuation of exercise-induced muscle damage in males and females. *European Journal of Applied Physiology*. 2015; 115(6): 1245-1261 p.
29. Kiritkos, Savvas, et al. Effect of whey vs. soy protein supplementation on recovery kinetics following speed endurance training in competitive male soccer players: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2021; 18(1): 1-15 p.
30. Brown, Meghan A.; Stevenson, Emma J.; Howatson, Glyn. Whey protein hydrolysate supplementation accelerates recovery from exercise-induced muscle damage in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2018; 43(4): 324-330 p.
31. Eddens, Lee, et al. The efficacy of protein supplementation during recovery from muscle-damaging concurrent exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2017; 42(7): 716-724 p.
32. Mcginnis, Kaitlin D., et al. Impact of protein and carbohydrate supplementation on musculoskeletal injuries in Army initial entry training soldiers. *Nutrients*. 2018; 10(12): 1-9 p.
33. Waldron, Mark, et al. The effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout of hypertrophy exercise in resistance-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2017; 42(6): 630-636 p.
34. Osmond, Adam D., et al. The effects of leucine-enriched branched-chain amino acid supplementation on recovery after high-intensity resistance exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2019; 14(8): 1081-1088 p.
35. Chou Chun-Chung, et al. Short-term high-dose vitamin C and E supplementation attenuates muscle damage and inflammatory responses to repeated taekwondo competitions: a randomized placebo-controlled trial. *International Journal of Medical Sciences*. 2018; 15(11): 1217-1226 p.
36. Martínez, María, et al. Effects of Acute Vitamin C plus Vitamin E Supplementation on Exercise-Induced Muscle Damage in Runners: A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 2022; 14(21): 1-12 p.

37. Jakeman, John R., et al. Effect of an acute dose of omega-3 fish oil following exercise-induced muscle damage. *European journal of applied physiology*. 2017; 117(3): 575-582 p.
38. Kyriakidou, Yvoni, et al. The effect of Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on exercise-induced muscle damage. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2021; 18(9): 1-11 p.
39. Mckinley-Barnard, Sarah K., et al. Effectiveness of fish oil supplementation in attenuating exercise-induced muscle damage in women during midfollicular and midluteal menstrual phases. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018; 32(6): 1601-1612 p.
40. Black, Katherine Elizabeth, et al. Adding omega-3 fatty acids to a protein-based supplement during pre-season training results in reduced muscle soreness and the better maintenance of explosive power in professional Rugby Union players. *European Journal of Sport Science*. 2018; 18(10): 1357-1367 p.
41. Amalraj, Augustine; Divya, Chandradhara; Gopi, Sreeraj. The Effects of bioavailable curcumin (Cureit) on delayed onset muscle soreness induced by eccentric continuous exercise: a randomized, placebo-controlled, double-blind clinical study. *Journal of Medicinal Food*. 2020; 23(5): 545-553 p.
42. Correia, Ana Luiza Matias, et al. Pre-exercise β -hydroxy- β -methylbutyrate free-acid supplementation improves work capacity recovery: A randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2018; 43(7): 691-696 p.
43. Wilson, Jacob M., et al. β -Hydroxy- β -methylbutyrate free acid reduces markers of exercise-induced muscle damage and improves recovery in resistance-trained men. *British Journal of Nutrition*. 2013; 110(3): 538-544 p.
44. Brown, Meghan A.; Stevenson, Emma J.; Howatson, Glyn. Montmorency tart cherry (*Prunus cerasus* L.) supplementation accelerates recovery from exercise-induced muscle damage in females. *European Journal of Sport Science*. 2019; 19(1): 95-102 p.
45. Green, Michael S.; Martin, Tyler D.; Corona, Benjamin T. Effect of Caffeine Supplementation on Quadriceps Performance after Eccentric Exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018; 32(10): 2863-2871 p.
46. Chen, Hou-Yu, et al. Effects of caffeine and sex on muscle performance and delayed-onset muscle soreness after exercise-induced muscle damage: A double-blind randomized trial. *Journal of Applied Physiology*. 2019; 127(3): 798-805 p.

47. Clifford, Tom, et al. Beetroot juice is more beneficial than sodium nitrate for attenuating muscle pain after strenuous eccentric-bias exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2017; 42(11): 1185-1191 p.
48. Barnes, Matthew J.; Mündel, Toby; Stannard, Stephen R. The effects of acute alcohol consumption and eccentric muscle damage on neuromuscular function. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2012; 37(1): 63-71 p.
49. Peschek, Katelyn, et al. The effects of acute post exercise consumption of two cocoa-based beverages with varying flavanol content on indices of muscle recovery following downhill treadmill running. *Nutrients*. 2013; 6(1): 50-62 p.
50. Markworth, James F., et al. Arachidonic acid supplementation transiently augments the acute inflammatory response to resistance exercise in trained men. *Journal of Applied Physiology*. 2018; 125(2): 271-286 p.
51. Costello, Rianne, et al. No effect of New Zealand blackcurrant extract on recovery of muscle damage following running a half-marathon. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2020; 30(4): 287-294 p.
52. Lynn, Anthony, et al. Effect of bilberry juice on indices of muscle damage and inflammation in runners completing a half-marathon: A randomised, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018; 15(1): 15-22 p.
53. Ceci, Roberta, et al. Effects of tadalafil administration on plasma markers of exercise-induced muscle damage, IL6 and antioxidant status capacity. *European Journal of Applied Physiology*. 2015; 115(3): 531-539 p.
54. Lee, Mon-Chien, et al. Evaluation of the efficacy of supplementation with Planox® lemon verbena extract in improving oxidative stress and muscle damage: A randomized double-blind controlled trial. *International Journal of Medical Sciences*. 2021; 18(12): 2641-2652 p.
55. Lee, Mon-Chien, et al. Live and Heat-Killed Probiotic *Lactobacillus paracasei* PS23 Accelerated the Improvement and Recovery of Strength and Damage Biomarkers after Exercise-Induced Muscle Damage. *Nutrients*. 2022; 14(21): 4563-4580 p.
56. Borsa, Paul A.; Kaiser, Kelly L.; Martin, Jeffrey S. Oral consumption of electrokinetically modified water attenuates muscle damage and improves postexercise recovery. *Journal of Applied Physiology*. 2013; 114(12): 1736-1742 p.
57. Sgrò, Paolo, et al. Quercetin modulates IGF-I and IGF-II levels after eccentric exercise-induced muscle-damage: a placebo-controlled study. *Frontiers in Endocrinology*. 2021; 12: 1-9 p.

58. Bazzucchi, Ilenia, et al. The effects of quercetin supplementation on eccentric exercise-induced muscle damage. *Nutrients*. 2019; 11(1): 205-218 p.
59. Martin, Marcos, et al. Supplementation with a mango leaf extract (Zynamite®) in combination with quercetin attenuates muscle damage and pain and accelerates recovery after strenuous damaging exercise. *Nutrients*. 2020; 12(3): 614-629 p.
60. Jówko, Ewa, et al. The effect of green tea extract supplementation on exercise-induced oxidative stress parameters in male sprinters. *European Journal of Nutrition*. 2015; 54(5): 783-791 p.
61. Corder, Katherine E., et al. Effects of short-term docosahexaenoic acid supplementation on markers of inflammation after eccentric strength exercise in women. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2016; 15(1): 176-183 p.
62. Domínguez, Raúl, et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018; 15(1): 1-12 p.
63. Mosher, Scott L., et al. Ingestion of a nitric oxide enhancing supplement improves resistance exercise performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016; 30(12): 3520-3524 p.
64. Williams, Tyler D., et al. Effect of acute beetroot juice supplementation on bench press power, velocity, and repetition volume. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2020; 34(4): 924-928 p.