RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

# Impacto del consumo excesivo de azúcares simples en la fisiopatología de la lesión muscular en atletas

*Impacto do consumo excessivo de açúcares simples na fisiopatologia da lesão muscular em atletas*

*Impact of excessive simple sugar consumption on the pathophysiology of muscle injury in athletes*

Julia de Jesus Santos[1]
Marina Tosi Aguiar[2]
Luiz Carlos Barone[3]
Karin Daniela De Oliveira[4]
Giovanni Antonio Castelani Pereira dos Santos[5]
Centro Universitário Módulo, Caraguatatuba, São Paulo, Brasil.
Autora principal y responsable del envío: juliajsantos06@gmail.com

**Resumen:**
La integridad estructural y la capacidad de regeneración muscular son fundamentales para el rendimiento deportivo y la recuperación de los atletas. Aunque en nutrición deportiva se recomienda ampliamente el aporte de carbohidratos para mantener las reservas de glucógeno y recuperar la energía, el consumo excesivo y frecuente de azúcares simples, especialmente de alimentos ultraprocesados y bebidas azucaradas, puede contribuir a alteraciones metabólicas e inflamatorias capaces de comprometer la homeostasis del tejido musculoesquelético. Este estudio tuvo como objetivo analizar la influencia del consumo excesivo de azúcares simples en la fisiopatología de la lesión muscular en atletas, investigando los posibles mecanismos bioquímicos, inflamatorios y celulares relacionados con el deterioro de la reparación tisular, así como las estrategias nutricionales que podrían mitigarlo. Se realizó una revisión bibliográfica narrativa mediante búsquedas en PubMed/MEDLINE, SciELO, ScienceDirect, MDPI, PLOS ONE, el Portal de Revistas CAPES y revistas científicas especializadas, utilizando descriptores normalizados de los vocabularios MeSH y DeCS. Los estudios analizados indican que la sobrecarga glucémica, especialmente cuando se asocia con patrones alimentarios inadecuados, puede favorecer un entorno proinflamatorio, alteraciones del equilibrio redox y un aumento del estrés oxidativo, además de asociarse con cambios en marcadores bioquímicos como la proteína C reactiva de alta sensibilidad (hs-CRP), la creatina quinasa (CK) y la lactato deshidrogenasa (LDH). En el plano estructural, la acumulación de productos finales de glicación avanzada (AGEs) puede favorecer la formación de enlaces cruzados en el colágeno de los tejidos conjuntivos musculares y alterar sus propiedades biomecánicas y su capacidad de adaptación a las cargas mecánicas. Asimismo, los cambios en la señalización de la insulina y en el microambiente de las células satélite pueden interferir en la proliferación miogénica, la síntesis de proteínas y la regeneración muscular. Por su parte, las estrategias nutricionales que priorizan una alimentación equilibrada, el consumo de alimentos ricos en compuestos bioactivos, como los polifenoles, y la combinación de carbohidratos y proteínas pueden contribuir a modular la respuesta inflamatoria y a favorecer la recuperación muscular. Se concluye que el consumo excesivo y crónico de azúcares simples puede constituir un factor metabólico desfavorable para la homeostasis musculoesquelética, aunque se requieren estudios clínicos específicos en atletas para establecer su influencia directa sobre la incidencia de lesiones musculares y el tiempo de recuperación. Por ello, adecuar el patrón alimentario constituye una estrategia relevante para favorecer la salud muscular y la recuperación deportiva.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

**Palabras clave:**
Azúcares de la dieta. Lesiones deportivas. Daño muscular. Productos finales de glicación avanzada. Células satélite.

**Resumo:**
A integridade estrutural e a capacidade de regeneração muscular são fundamentais para o desempenho esportivo e a recuperação de atletas. Embora o aporte de carboidratos seja amplamente recomendado na nutrição esportiva para a manutenção dos estoques de glicogênio e a recuperação energética, o consumo excessivo e frequente de açúcares simples, especialmente os provenientes de alimentos ultraprocessados e bebidas açucaradas, pode contribuir para alterações metabólicas e inflamatórias capazes de comprometer a homeostase do tecido musculoesquelético. O presente estudo teve como objetivo analisar a influência do consumo excessivo de açúcares simples na fisiopatologia da lesão muscular em atletas, investigando os possíveis mecanismos bioquímicos, inflamatórios e celulares relacionados ao comprometimento do reparo tecidual, bem como estratégias nutricionais potencialmente atenuantes. Trata-se de uma revisão bibliográfica narrativa, realizada por meio de pesquisas nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, ScienceDirect, MDPI, PLOS ONE, Portal de Periódicos CAPES e periódicos científicos especializados, utilizando descritores padronizados dos vocabulários MeSH e DeCS. Os estudos analisados apontam que a sobrecarga glicêmica, especialmente quando associada a padrões alimentares inadequados, pode favorecer um ambiente pró-inflamatório, alterações no equilíbrio redox e aumento do estresse oxidativo, além de estar relacionada a alterações em marcadores bioquímicos, como proteína C-reativa ultrassensível (hs-CRP), creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH). No âmbito estrutural, o acúmulo de produtos finais de glicação avançada (AGEs) pode favorecer a formação de ligações cruzadas no colágeno dos tecidos conjuntivos musculares, potencialmente alterando suas propriedades biomecânicas e sua capacidade de adaptação às cargas mecânicas. Adicionalmente, alterações na sinalização da insulina e no microambiente das células-satélite podem interferir nos processos de proliferação miogênica, síntese proteica e regeneração muscular. Em contrapartida, estratégias nutricionais que priorizam uma alimentação equilibrada, o consumo de alimentos ricos em compostos bioativos, como polifenóis, e a associação de carboidratos e proteínas podem contribuir para a modulação da resposta inflamatória e para a recuperação muscular. Conclui-se que o consumo excessivo e crônico de açúcares simples pode representar um fator metabólico desfavorável à homeostase musculoesquelética, embora sejam necessários estudos clínicos específicos com atletas para estabelecer sua influência direta sobre a incidência de lesões musculares e o tempo de recuperação. Dessa forma, a adequação do padrão alimentar constitui uma estratégia relevante para favorecer a saúde muscular e a recuperação esportiva.

**Palavras-chave:**
Açúcares da Dieta. Lesões Esportivas. Dano Muscular. Produtos Finais de Glicação Avançada. Células-Satélite.

**Abstract:**
Structural integrity and muscle regeneration capacity are essential for athletic performance and recovery. Although carbohydrate intake is widely recommended in sports nutrition to maintain glycogen stores and support energy recovery, excessive and frequent consumption of simple sugars, particularly those found in ultra-processed foods and sugar-sweetened beverages, may contribute to metabolic and inflammatory alterations that compromise skeletal muscle homeostasis. This study aimed to analyze the influence of excessive simple sugar consumption on the pathophysiology of muscle injury in athletes, investigating the potential biochemical,

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

inflammatory, and cellular mechanisms associated with impaired tissue repair, as well as potentially mitigating nutritional strategies. This study consists of a narrative literature review conducted through searches in PubMed/MEDLINE, SciELO, ScienceDirect, MDPI, PLOS ONE, the CAPES Journal Portal, and specialized scientific journals, using standardized descriptors from the MeSH and DeCS vocabularies. The analyzed studies suggest that glycemic overload, particularly when associated with inadequate dietary patterns, may promote a pro-inflammatory environment, alterations in redox balance, and increased oxidative stress, in addition to being associated with changes in biochemical markers such as high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), creatine kinase (CK), and lactate dehydrogenase (LDH). At the structural level, the accumulation of advanced glycation end-products (AGEs) may promote collagen cross-linking in muscular connective tissues, potentially altering their biomechanical properties and their ability to adapt to mechanical loads. Furthermore, changes in insulin signaling and the satellite cell microenvironment may interfere with myogenic proliferation, protein synthesis, and muscle regeneration. Conversely, nutritional strategies based on a balanced diet, the consumption of foods rich in bioactive compounds, such as polyphenols, and the combination of carbohydrates and proteins may contribute to the modulation of inflammatory responses and muscle recovery. It is concluded that chronic and excessive simple sugar consumption may represent an unfavorable metabolic factor for skeletal muscle homeostasis, although further clinical studies involving athletes are needed to establish its direct influence on muscle injury incidence and recovery time. Therefore, dietary adequacy represents a relevant strategy for supporting muscle health and athletic recovery.

**Keywords:**
Dietary Sugars. Athletic Injuries. Muscle Damage. Advanced Glycation End-Products. Satellite Cells.

## 2 Introducción

La integridad estructural y la capacidad regenerativa del sistema musculoesquelético son determinantes para el rendimiento físico y la longevidad funcional de los atletas en disciplinas de alta exigencia mecánica. Tradicionalmente, el manejo nutricional en el deporte prioriza un aporte considerable de carbohidratos para maximizar las reservas de glucógeno muscular y hepático antes y después del esfuerzo (Burke; Collier; Hargreaves, 2019). La modificación del índice glucémico (IG) de los alimentos consumidos durante la recuperación y los entrenamientos afecta directamente a la resíntesis de glucógeno y al rendimiento posterior (Burke; Collier; Hargreaves, 2019; Kaviani *et al.*, 2011). Sin embargo, investigaciones recientes en bioquímica metabólica e inmunología han puesto de manifiesto que el consumo crónico y desmedido de azúcares libres refinados, en particular sacarosa, fructosa y jarabe de maíz, tiene efectos perjudiciales en el microambiente celular que van más allá del balance energético diario y provocan episodios inflamatorios recurrentes y una disminución de la capacidad de generar fuerza (Ma *et al.*, 2022; Hou *et al.*, 2025; Zhu et al., 2024).

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

La ingesta excesiva de azúcares simples actúa como un potente modulador de las vías inflamatorias sistémicas y locales (Ma *et al.*, 2022). Las fluctuaciones hiperglucémicas frecuentes desencadenan reacciones no enzimáticas entre los azúcares reductores y los grupos amino libres de las proteínas estructurales (reacción de Maillard), que culminan en la formación y acumulación de productos finales de glicación avanzada (AGEs) (Olson *et al.*, 2021). La interacción de los AGEs con su receptor transmembrana específico (RAGE) activa cascadas intracelulares dependientes del factor nuclear kappa β (NF-κβ), lo que desencadena la sobreexpresión de citocinas proinflamatorias como la interleucina 6 (IL-6), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α) y la interleucina 1 beta (IL-1β) (Ma *et al.*, 2022; P2Life, 2021).

Además, estudios con atletas han constatado correlaciones clínicas y de laboratorio directas entre la ingesta elevada de fructosa y glucosa libres y el aumento significativo de biomarcadores inflamatorios séricos, como la proteína C reactiva de alta sensibilidad (hs-CRP) y la adenosina desaminasa (ADA) (Hou *et al.*, 2025). Esta inflamación subclínica crónica coincide con una sobrecarga mitocondrial en los miocitos, con un aumento de la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) y la aparición de estrés oxidativo. Este compromete la integridad del sarcolema y agrava la liberación de enzimas tras el esfuerzo, como reflejan los niveles elevados de creatina quinasa (CK) y lactato deshidrogenasa (LDH) (Baleeiro *et al.*, 2021; Sports Performance Bulletin, 2022). Las estrategias nutricionales que utilizan matrices alimentarias complejas o compuestos bioactivos y polifenoles, como el zumo de cereza ácida, la leche chocolatada baja en grasa, las bebidas endulzadas con miel y los suplementos de carbohidratos combinados con proteína o suero de leche, han mostrado capacidad para atenuar el dolor muscular de aparición tardía (DOMS), acelerar la recuperación funcional y limitar la elevación de estos marcadores (Hemmatti et al., 2024; Fabre et al., 2022; Liang et al., 2022; Molaeikhatabadi et al., 2022; Gao *et al.*, 2024).

Desde el punto de vista histológico y ultraestructural, el depósito continuo de AGEs favorece la formación de enlaces cruzados anómalos en el colágeno de tipos I y III, principales componentes del endomisio, el perimisio y el epimisio (Olson *et al.*, 2021). Esta alteración arquitectónica reduce la distensibilidad y la viscoelasticidad tisular, lo que vuelve más rígidos a los fascículos musculares y tendones y aumenta su vulnerabilidad a microrroturas durante las contracciones excéntricas y las sobrecargas biomecánicas. Otros factores sistémicos y conductuales, como la alimentación desequilibrada de los atletas aficionados o la presencia de patologías orales, también se han relacionado epidemiológicamente con una mayor incidencia de lesiones musculotendinosas en deportistas (Monteiro, 2022; Rodrigues et al., 2025).

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

Paralelamente, el estrés glucémico y la resistencia periférica a la insulina alteran el nicho de las células satélite musculares y reducen su capacidad de proliferación y diferenciación durante la reparación miogénica (Olson *et al.*, 2021; Hou *et al.*, 2025).

La necesidad de integrar los mecanismos citológicos, bioquímicos y clínicos que vinculan los patrones alimentarios de los deportistas con la susceptibilidad tisular justifica una revisión bibliográfica exhaustiva para esclarecer las repercusiones fisiopatológicas de la sobrecarga glucémica en el músculo esquelético.

## 3 Objetivos

### 3.1 Objetivo general

Analizar la influencia del consumo excesivo de azúcares simples en la fisiopatología de la lesión muscular en atletas, identificando los mecanismos bioquímicos, inflamatorios y celulares asociados al deterioro de la reparación tisular y examinando las estrategias nutricionales que pueden mitigarlo y favorecer la recuperación.

### 3.2 Objetivos específicos

a. Investigar las vías del estrés oxidativo y el comportamiento de los biomarcadores inflamatorios y de daño tisular (hs-CRP, ADA, CK y LDH) derivados de la sobrecarga alimentaria de glucosa y fructosa en deportistas;
b. Describir los mecanismos de formación y acumulación de productos finales de glicación avanzada (AGEs) y la activación del eje AGE/RAGE en la matriz extracelular muscular y el tejido conjuntivo adyacente;
c. Evaluar los efectos de la rigidez de la matriz de colágeno y de la glicación en la viscoelasticidad tisular, la fuerza muscular y la biomecánica durante esfuerzos de alta intensidad;
d. Elucidar las repercusiones celulares del estrés glucémico sobre el nicho de las células satélite y la homeostasis mitocondrial del miocito, así como el papel compensatorio de la suplementación con carbohidratos y proteínas o del consumo de alimentos ricos en polifenoles y matrices funcionales en el daño y el dolor muscular.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

## 4 Metodología de la revisión

El estudio consistió en una investigación cualitativa y exploratoria, diseñada como una revisión bibliográfica narrativa de la literatura científica, orientada a comprender de forma integrada los mecanismos biomoleculares, histopatológicos y clínicos.

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo mediante consultas electrónicas en bases de datos y publicaciones nacionales e internacionales de referencia en ciencias de la salud y biomédicas: PubMed/MEDLINE (a través del *National Center for Biotechnology Information*, NCBI), SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), ScienceDirect/Elsevier, PLOS ONE, MDPI, Frontiers in Physiology y el Portal de Revistas CAPES. También se consultaron revistas especializadas en nutrición deportiva y fisiología del ejercicio, como la *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva* (RBNE) y el *Journal of Human Kinetics*.

Los estudios se identificaron utilizando descriptores normalizados de los vocabularios controlados *Medical Subject Headings* (MeSH) y Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). Se emplearon los siguientes términos de búsqueda estructurada:

«Azúcares de la dieta», «Bebidas azucaradas», «Fructosa», «Índice glucémico», «Músculo esquelético», «Daño muscular», «Lesiones deportivas», «Regeneración muscular», «Inflamación», «Productos finales de glicación avanzada», «Estrés oxidativo», «Proteína C reactiva» y «Creatina quinasa».

Para seleccionar y depurar los artículos encontrados, se establecieron los siguientes criterios:

a) Criterios de inclusión:

- Artículos originales (ensayos clínicos, estudios de cohortes, estudios transversales y experimentos *in vivo*/*in vitro*) y revisiones sistemáticas o narrativas;
- Publicaciones redactadas en inglés o portugués;
- Estudios publicados entre 2006 y 2026, con prioridad para las evidencias recientes (los últimos cinco años) y conservación de los trabajos clásicos sobre cinética del glucógeno;
- Trabajos que investigaron directamente los efectos de la ingesta de azúcares libres, bebidas azucaradas o dietas de alta carga glucémica sobre parámetros inflamatorios, estrés oxidativo, rigidez miofascial, daño tisular, síntomas gastrointestinales o

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

regeneración muscular en atletas, poblaciones físicamente activas o modelos celulares o animales representativos.

b) Criterios de exclusión:

- Artículos duplicados entre las bases de datos consultadas;
- Estudios ajenos al ámbito celular, metabólico o muscular propuesto;
- Editoriales, cartas al editor, resúmenes de congresos científicos sin artículo completo publicado y literatura gris no indexada.

## 5 Desarrollo y discusión

La relación entre el aporte nutricional de carbohidratos y la fisiología del ejercicio se ha definido históricamente por la necesidad de resintetizar el glucógeno muscular después del esfuerzo (Burke; Collier; Hargreaves, 2019). El índice glucémico de las barritas y los suplementos deportivos ingeridos durante la recuperación modifica significativamente el metabolismo y el rendimiento deportivo del día siguiente (Kaviani *et al.*, 2011). La transición entre los beneficios bioenergéticos de los carbohidratos y su capacidad de inducir patologías tisulares depende del patrón y la calidad del consumo. Mientras que la ingesta moderada y planificada en torno al entrenamiento favorece la homeostasis, la sobrecarga crónica de azúcares libres refinados, como la sacarosa, la glucosa y el jarabe de maíz rico en fructosa, desencadena con intensidad vías proinflamatorias y estrés oxidativo sistémico (Ma *et al.*, 2022).

### 5.1 Biomarcadores séricos de daño muscular y respuesta inflamatoria sistémica

La sobrecarga alimentaria de fructosa y sacarosa provoca aumentos significativos de los mediadores inflamatorios circulantes y las proteínas de fase aguda (Ma *et al.*, 2022). En atletas de deportes colectivos de alto impacto mecánico, la ingesta excesiva de bebidas azucaradas se correlaciona con niveles plasmáticos elevados de proteína C reactiva de alta sensibilidad (hs-CRP) y adenosina desaminasa (ADA) (Hou *et al.*, 2025). La elevación de hs-CRP refleja un estado de inflamación subclínica crónica que reduce la capacidad antioxidante celular y predispone al músculo esquelético a respuestas inflamatorias exacerbadas ante el microtraumatismo mecánico habitual del entrenamiento (Sports Performance Bulletin, 2022).

En paralelo, la susceptibilidad a la ruptura del sarcolema bajo estrés mecánico eleva los marcadores de liberación celular. La creatina quinasa (CK) y la lactato deshidrogenasa (LDH),

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

ampliamente utilizadas para vigilar la carga y la recuperación del atleta, presentaron una eliminación más lenta y picos más elevados en personas expuestas a bebidas azucaradas (Baleeiro *et al.*, 2021). Las intervenciones que combinaron carbohidratos y proteínas, como la proteína de suero nativa, fueron eficaces para atenuar la liberación de CK y LDH, reducir el daño muscular y controlar la respuesta inflamatoria plasmática durante torneos intensos como los de rugby a siete y en corredores de resistencia (Fabre et al., 2022; Liang et al., 2022).

El uso de alimentos funcionales o bebidas enriquecidas con azúcares naturales y compuestos bioactivos también mostró resultados favorables en la modulación del dolor y el daño muscular. En mujeres entrenadas en fuerza, una bebida endulzada con miel redujo sustancialmente el dolor muscular y aceleró la recuperación del rendimiento físico tras el daño muscular inducido por ejercicio excéntrico (Hemmatti et al., 2024). Se observaron efectos similares sobre el dolor muscular de aparición tardía (DOMS) y la conservación del rendimiento deportivo tras el consumo a corto plazo de leche chocolatada baja en grasa en jugadoras universitarias de bádminton (Molaeikhatabadi et al., 2022).

5.2 Glicación avanzada (AGEs/RAGE), disminución de la fuerza y cambios en la matriz extracelular

En el plano molecular y ultraestructural, la exposición continua a picos hiperglucémicos favorece la unión no enzimática de azúcares reductores a proteínas de vida media larga, como las fibras de colágeno del perimisio y el endomisio (reacción de Maillard), dando lugar a productos finales de glicación avanzada (AGEs) (Olson *et al.*, 2021). La incorporación de AGEs a la matriz extracelular (MEC) acarrea dos consecuencias fisiopatológicas principales:

a. **Alteración biomecánica y deterioro funcional:** se forman enlaces cruzados intramoleculares e intermoleculares anómalos en el colágeno de tipos I y III, lo que rigidiza la arquitectura tisular. Esta pérdida de distensibilidad y viscoelasticidad reduce la capacidad de la unidad musculotendinosa de absorber energía durante la fase excéntrica de la contracción y predispone a los deportistas a distensiones musculares agudas y tendinopatías por sobrecarga (Olson *et al.*, 2021; Hou *et al.*, 2025). Además, estudios longitudinales de cohortes asocian el elevado consumo de azúcares añadidos y de sus fuentes líquidas y sólidas con una disminución acelerada de la fuerza de prensión manual y un deterioro de la función neuromuscular (Zhu et al., 2024);

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

b. **Activación de la vía AGE/RAGE:** la interacción ligando–receptor en el miocito activa la vía del factor de transcripción NF-κβ, lo que conduce a una transcripción sostenida de citocinas inflamatorias (TNF-α, IL-6, IL-1β) e induce estrés del retículo endoplasmático, impidiendo la resolución fisiológica de la inflamación posterior al ejercicio (Ma *et al.*, 2022; P2Life, 2021).

5.3 Factores sistémicos, manejo de la ultrarresistencia y matrices bioactivas para la recuperación

Además de los efectos directos del azúcar sobre el miocito, la literatura señala que el perfil nutricional general y los hábitos de vida de los atletas aficionados y semiprofesionales, incluidos los jugadores de flag football, suelen mostrar deficiencias en el consumo diario de macronutrientes y la suplementación, lo que aumenta la vulnerabilidad a lesiones musculotendinosas (Rodrigues et al., 2025). Asimismo, la práctica deportiva regular sin un cuidado bucal adecuado se asocia con una mayor presencia de patologías orales, como periodontitis y caries. Estas actúan como focos de inflamación sistémica y se correlacionan significativamente con la incidencia de lesiones musculotendinosas en personas físicamente activas (Monteiro, 2022).

En las pruebas de ultrarresistencia, como las ultramaratones de montaña de un día, el consumo de carbohidratos durante la prueba es esencial para mantener la euglucemia. Sin embargo, revisiones sistemáticas indican que las dosis excesivas o un aporte desequilibrado de azúcares simples favorecen la aparición de molestias y problemas gastrointestinales graves, aumentando la percepción de fatiga general (Arribalzaga et al., 2021). Frente a las bebidas deportivas tradicionales compuestas exclusivamente por azúcares simples refinados, las bebidas ricas en polifenoles, como el zumo de cereza ácida (*tart cherry juice*), han mostrado capacidad para mejorar el metabolismo de sustratos, reducir el estrés oxidativo y optimizar la recuperación funcional durante y después del ciclismo (Gao *et al.*, 2024).

5.4 Deterioro de las células satélite y reparación miogénica

La regeneración muscular depende principalmente del reclutamiento, la activación y la diferenciación de las células satélite quiescentes situadas entre la lámina basal y el sarcolema miofibrilar. En ambientes hiperglucémicos con resistencia tisular a la insulina y estrés oxidativo, el nicho regenerativo se ve profundamente afectado:

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

a. La señalización de la cascada de fosforilación Akt/mTOR, indispensable para la biosíntesis de proteínas y la hipertrofia compensatoria, se atenúa por la fosforilación en serina del sustrato 1 del receptor de insulina (IRS-1) mediada por citocinas inflamatorias;
b. El exceso de ERO mitocondriales reduce la proliferación de las células precursoras miogénicas y altera la expresión coordinada de factores de transcripción reguladores de la miogénesis, como Pax7, MyoD y miogenina, retrasando la fusión de los mioblastos y la reparación de las miofibrillas lesionadas (Olson *et al.*, 2021).

En consecuencia, el miocito permanece durante periodos prolongados en una fase degenerativa, lo que favorece la sustitución de las fibras contráctiles por fibrosis intersticial y tejido conjuntivo desorganizado y eleva la tasa de recidiva de lesiones musculares en atletas sometidos a altas cargas de entrenamiento.

## 6 Consideraciones finales

Los hallazgos de esta revisión indican que el consumo excesivo y sostenido de azúcares simples actúa como factor determinante en la patogenia de las lesiones musculares y en el deterioro de la recuperación de quienes realizan ejercicio de alto rendimiento. Además de servir como fuente de energía, la sobrecarga de glucosa, sacarosa y fructosa refinadas desencadena un entorno celular proinflamatorio caracterizado por el aumento de biomarcadores séricos (hs-CRP, ADA, CK), estrés oxidativo exacerbado, pérdida de fuerza y disfunción del sarcolema.

Asimismo, el depósito crónico de AGEs compromete las propiedades biomecánicas de la matriz extracelular al inducir enlaces cruzados en el colágeno. Esto reduce la distensibilidad del tejido muscular y aumenta su vulnerabilidad a las distensiones mecánicas. Paralelamente, la alteración del reclutamiento de células satélite y factores asociados, como la patología oral y un aporte nutricional inadecuado, retrasan la miogénesis reparadora.

Estos resultados ponen de relieve la importancia de las estrategias de nutrición deportiva que moderan el consumo de azúcares libres refinados y priorizan fuentes de carbohidratos complejos, proporciones adecuadas de carbohidratos y proteínas, y matrices alimentarias ricas en compuestos bioactivos, como la miel, la leche chocolatada o el zumo de cereza ácida. Limitar los azúcares refinados favorece la salud metabólica general y constituye una medida preventiva para atenuar el riesgo de lesiones miofasciales recurrentes y optimizar la regeneración tisular en atletas.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

**Referencias**

ARRIBALZAGA, Soledad et al. Relationship of Carbohydrate Intake during a Single-Stage One-Day Ultra-Trail Race with Fatigue Outcomes and Gastrointestinal Problems: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 11, p. 5737, 1 ene. 2021. Disponible en:https://www.mdpi.com/1660-4601/18/11/5737. Consulta: 23 sept. 2026.

BALEEIRO, Raianne dos Santos et al. Sucrose-Sweetened Drinks Reduce the Physical Performance and Increase the Cardiovascular Risk in Physically Active Males. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 2021, p. 1–10, 9 mar. 2021. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7964112/ . Consulta: 05 oct. 2026.

BURKE, L. M.; COLLIER, G. R.; HARGREAVES, M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. **Journal of Applied Physiology**, v. 75, n. 2, p. 1019–1023, 1 ago. 1993. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8226443/ Consulta: 07 sept. 2026.

FABRE, Marina et al. Effects of Native Whey Protein and Carbohydrate Supplement on Physical Performance and Plasma Markers of Muscle Damage and Inflammation during a Simulated Rugby Sevens Tournament: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled, Crossover Study. **Nutrients**, v. 14, n. 22, p. 4780, 11 nov. 2022. Disponible en: https://www.mdpi.com/2072-6643/14/22/4780 . Consulta: 29 sept. 2026.

GAO, Ruirui et al. The effect of tart cherry juice compared to a sports drink on cycling exercise performance, substrate metabolism, and recovery. **PLOS ONE**, v. 19, n. 8, p. e0307263, 14 ago. 2024. Disponible en: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0307263 . Consulta: 07 sept. 2026.

GOOGLE LLC. **Gemini**. Versión 1.5 Pro. : Google LLC, 2026. Herramienta de inteligencia artificial utilizada para apoyar la revisión gramatical y estilística del texto. Disponible en: https://gemini.google.com. Consulta: 29 oct. 2026.

HAMILTON, Andrew. Sugar and athletes: not so sweet truths about inflammation. **Sports Performance Bulletin,** 2022. Disponible en: https://www.sportsperformancebulletin.com/nutrition/nutrition-for-endurance-athletes/sugar-and-athletes-not-so-sweet-truths-about-inflammation. Consulta: 16 sept. 2026.

HEMMATI, Hadis et al. Effect of a honey-sweetened beverage on muscle soreness and recovery of performance after exercise-induced muscle damage in strength-trained females. **Frontiers in Physiology**, v. 15, 17 sept. 2024. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2024.1426872/full. Consulta: 16 sept. 2026.

HOU, Jun et al. Dietary simple sugar intake, metabolic indicators, markers of inflammation, and injury among semi-professional football players. **Food & Nutrition Research**, v. 69, 27 ene. 2025. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11836781/. Consulta: 19 oct. 2026.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 30/10/2026 | aceito: 06/11/2026 | publicação: 11/11/2026**

KAVIANI, Mojtaba et al. The Glycemic Index of Sport Nutrition Bars Affects Performance and Metabolism During Cycling and Next-Day Recovery. **Journal of Human Kinetics**, v. 66, n. 1, p. 69–79, 27 mar. 2019. Disponible en: https://johk.pl/?p=4941 . Consulta: 29 sept. 2026.

LIANG, Yiheng et al. Effects of carbohydrate and protein supplement strategies on endurance capacity and muscle damage of endurance runners: A double blind, controlled crossover trial. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 19, n. 1, p. 623–637, 12 oct. 2022. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36250147/ . Consulta: 19 oct. 2026.

MA, Xiao et al. Excessive intake of sugar: An accomplice of inflammation. **Frontiers in Immunology**, v. 13, n. 13, 31 ago. 2022. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9471313/ . Consulta: 19 oct. 2026.

MOLAEIKHALETABADI, Maryam et al. Short-Term Effects of Low-Fat Chocolate Milk on Delayed Onset Muscle Soreness and Performance in Players on a Women's University Badminton Team. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 6, p. 3677, 19 mar. 2022. Disponible en: https://www.mdpi.com/1660-4601/19/6/3677 . Consulta: 05 oct. 2026.

MONTEIRO, Marina Leal Veloso. Hábitos alimentares dos praticantes de atividade desportiva regular e sua relação com presença de patologia oral e lesão músculo-tendinosa. **Egas Moniz School of Health and Science (Portugal) ProQuest Dissertations & Theses**, 2015. 30998688. https://www.proquest.com/openview/b96586b2a2768e465b099bb41179b14a/1 . Consulta: 07 sept. 2026.

OLSON, Lucas C. et al. Advanced Glycation End-Products in Skeletal Muscle Aging. **Bioengineering**, v. 8, n. 11, p. 168, 1 nov. 2021. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8614898/. Consulta: 29 sept. 2026.

RODRIGUES, Julia N.; CONDE, Simara Rufatto. Relação entre o consumo alimentar, suplementação e lesões em atletas de Flag Football no Brasil. **RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 19, n. 117, p. 407–423, 14 ago. 2025. Disponible en: https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/pt/article/view/2500 . Consulta: 01 oct. 2026.

**The Bittersweet Truth about Sugar and Athletes | P2Life.** Disponible en: https://www.p2life.com/blogs/blog/the-bittersweet-truth-about-sugar-for-swimmers. Consulta: 19 oct. 2026.

ZHU, Lin et al. Association of added sugar intake and its forms and sources with handgrip strength decline among middle-aged and older adults: A prospective cohort study. **Clinical Nutrition**, v. 43, n. 7, p. 1609–1617, 5 abr. 2024. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261561424001092. Consulta: 23 sept. 2026.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença CreativeCommons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.