



Creatina Quinase como Biomarcador de Estresse no Futebol: Uma revisão integrativa da literatura

Impacts of Strength Training on Injury Reduction in Brazilian BJJ Athletes: Evidence-Based Review

Recebido: 05/11/2025 | Aceito: 15/11/2025 | Publicado: 05/01/2026
DOI: 00.000.0000/000

Kleyson Souza Martins

Uninorte, Brasil

E-mail: kleysonsouza1@gmail.com

Jefferson de Lima Silva Junior

Uninorte, Brasil

E-mail: contatojeffersonjr23@gmail.com

Ezequiel Neris Albuquerque de Souza

Uninorte, Brasil

E-mail: zequineris@gmail.com

Maria Regiane Ferreira da Silva

Uninorte, Brasil

E-mail: mregianne.ferreira@gmail.com

Joaquim Albuquerque Viana

Uninorte, Brasil

E-mail: joaquimviana@gmail.com

Alessandra Bárbara Cesar de Freitas Boaventura

Uninorte, Brasil

E-mail: profbarbaraboaventura@gmail.com

Resumo

A presente pesquisa teve como objetivo investigar o uso da creatina quinase (CK) como biomarcador de estresse fisiológico e muscular em atletas de futebol, por meio de uma revisão integrativa da literatura científica. A busca foi conduzida nas bases de dados PubMed, Scielo, Web of Science, ScienceDirect e Google Scholar, considerando o período de 2018 a 2025. Utilizaram-se os descritores “creatina quinase”, “futebol”, “biomarcadores” e “estresse muscular”, combinados por operadores booleanos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados sete estudos que analisaram a variação da CK em resposta às cargas de treino, jogos e períodos de recuperação em diferentes níveis competitivos. Os resultados indicaram elevação significativa da CK após atividades de alta intensidade, sobretudo nas 24 a 72 horas subsequentes, correlacionando-se com esforços excêntricos e indicadores de fadiga neuromuscular. Além disso, observou-se alta variabilidade intra e interindividual, destacando a importância de análises individualizadas para interpretação dos valores. A discussão dos estudos revelou que a CK é um marcador sensível e prático para o monitoramento do dano muscular e da recuperação, sendo essencial no planejamento do treinamento e na prevenção de lesões. Conclui-se que o uso sistemático da CK, aliado a outros biomarcadores e métricas de desempenho, constitui uma estratégia eficiente para a otimização da performance e o controle da carga fisiológica em atletas de futebol.

Palavras-chaves: Creatina quinase; futebol; biomarcadores; estresse muscular; desempenho físico.

Abstract

This study aimed to investigate the use of creatine kinase (CK) as a biomarker of physiological and muscular stress in soccer players through an integrative review of the scientific literature. The search was conducted in the PubMed, Scielo, Web of Science, ScienceDirect, and Google Scholar, covering the period from 2018 to 2025. The descriptors “creatine kinase,” “soccer,” “biomarkers,” and “muscle stress” were combined using Boolean operators. After applying the inclusion and exclusion criteria, seven studies were selected that analyzed CK variations in response to training loads, match participation, and recovery periods at different competitive levels. The results indicated a significant increase in CK levels following high-intensity activities, particularly between 24 and 72 hours post-match, correlating with eccentric efforts and indicators of neuromuscular fatigue. Furthermore, high intra- and interindividual variability was observed, emphasizing the importance of individualized analysis for interpreting CK values. The discussion of the studies revealed that CK is a sensitive and practical marker for monitoring muscle damage and recovery, proving essential for training periodization and injury prevention. It is concluded that the systematic use of CK, in combination with other biomarkers and performance metrics, represents an effective strategy for optimizing performance and managing physiological load in soccer players.

Keywords: Creatine kinase; soccer; biomarkers; muscle stress; physical performance.

1. Introdução

O futebol é amplamente reconhecido como uma modalidade esportiva de elevada exigência fisiológica, caracterizada por esforços intermitentes de alta intensidade que alternam sprints, desacelerações, saltos e mudanças bruscas de direção, impondo ao organismo demandas metabólicas e mecânicas intensas (Carrasco et al., 2024; Pérez-Castillo et al., 2023; Moura et al., 2014). Essa alternância entre ações explosivas e períodos de recuperação parcial gera uma sobrecarga significativa sobre os sistemas musculoesquelético, cardiovascular e endócrino, culminando em elevados níveis de estresse fisiológico e microlesões musculares (Russell et al., 2018; Silva, 2023; Neto et al., 2012). No contexto do futebol profissional, marcado por calendários competitivos densos e reduzidos intervalos de recuperação, torna-se indispensável o monitoramento rigoroso da carga interna e dos efeitos fisiológicos do treinamento e das partidas, de modo a preservar o desempenho e reduzir a incidência de lesões (Carneiro et al., 2023; Pérez-Castillo et al., 2023; Moura et al., 2014).

O monitoramento fisiológico no esporte de alto rendimento tem se consolidado como uma ferramenta indispensável na avaliação da adaptação do organismo ao estresse físico imposto pelo exercício (Carrasco et al., 2024; Silva, 2023; Neto et al., 2012). Entre as abordagens mais empregadas, o uso de biomarcadores sanguíneos desponta como um método sensível e preciso para estimar a magnitude das respostas biológicas ao esforço, especialmente no que se refere ao dano muscular e à inflamação (Russell et al., 2018; Pérez-Castillo et al., 2023; Carneiro et al., 2023). Dentre esses biomarcadores, a creatina quinase (CK) tem se destacado como um indicador de referência, por sua capacidade de refletir o grau de microlesão muscular resultante das contrações excêntricas e dos impactos físicos característicos do futebol (Moura et al., 2014; Silva, 2023; Neto et al., 2012). O aumento da concentração sérica de CK após treinos e partidas é amplamente reconhecido na literatura como um marcador de sobrecarga e de fadiga muscular, sendo utilizado para estimar o tempo necessário para completa recuperação (Carrasco et al., 2024; Russell et al., 2018; Pérez-Castillo et al., 2023).

Todavia, a interpretação dos níveis de CK em atletas de futebol é complexa, uma vez que apresenta grande variabilidade interindividual influenciada por fatores como idade, posição em campo, tipo de treinamento, composição corporal e tempo de recuperação (Moura et al., 2014; Pérez-Castillo et al., 2023; Silva, 2023). Essa variabilidade evidencia a necessidade de um acompanhamento individualizado e longitudinal, que permita compreender o comportamento da enzima ao longo das diferentes fases da temporada competitiva (Russell et al., 2018; Carrasco et al., 2024; Neto et al., 2012). O uso de valores de referência fixos mostra-se inadequado, pois pode subestimar ou superestimar o real estado fisiológico do atleta, sendo preferível a análise de tendências individuais e das respostas basais de cada jogador (Carneiro et al., 2023; Pérez-Castillo et al., 2023; Silva, 2023).

Paralelamente, a CK demonstra estreita relação com outros indicadores de fadiga neuromuscular, como a diminuição da potência de salto vertical, a redução da força isométrica e a limitação da amplitude articular, o que reforça sua relevância como ferramenta de avaliação funcional (Russell et al., 2018; Moura et al., 2014; Pérez-Castillo et al., 2023). Estudos apontam que os picos de CK ocorrem geralmente entre 24 e 48 horas após as partidas, retornando aos níveis basais entre 72 e 96 horas, comportamento que reflete o grau de recuperação muscular e pode orientar a organização das sessões de treino subsequentes (Carrasco et al., 2024; Silva, 2023; Neto et al., 2012). Assim, o controle temporal da CK fornece informações valiosas para a prevenção de sobrecargas e para a adequação das cargas de treinamento, garantindo um equilíbrio entre estímulo, recuperação e desempenho (Carneiro et al., 2023; Pérez-Castillo et al., 2023; Russell et al., 2018).

Adicionalmente, a magnitude do aumento da CK está intimamente associada à natureza das ações realizadas em campo, sendo mais pronunciada em posições com alto contato físico e demanda muscular, como zagueiros e volantes (Moura et al., 2014;

Russell et al., 2018; Carrasco et al., 2024). Essa relação posicional reforça a importância de estratégias individualizadas de monitoramento multifatorial, que integrem dados bioquímicos, neuromusculares e perceptivos (Pérez-Castillo et al., 2023; Silva, 2023; Carneiro et al., 2023). O uso combinado de marcadores, como lactato desidrogenase (LDH), proteína C-reativa (PCR) e mioglobina, em associação à CK, tem sido recomendado para ampliar a compreensão da resposta fisiológica ao esforço (Carrasco et al., 2024; Neto et al., 2012; Pérez-Castillo et al., 2023). Ainda assim, permanece a ausência de consenso sobre valores de corte que indiquem risco de sobrecarga, o que limita a aplicação prática dos achados e reforça a necessidade de estudos comparativos e padronizados (Russell et al., 2018; Silva, 2023; Moura et al., 2014).

Por conseguinte, compreender a dinâmica da creatina quinase no contexto do futebol profissional representa um avanço na fisiologia aplicada ao esporte, permitindo a identificação precoce de estados de fadiga, a otimização dos processos de recuperação e a prevenção de lesões (Carrasco et al., 2024; Pérez-Castillo et al., 2023; Neto et al., 2012). A integração dessa ferramenta com análises fisiológicas e biomecânicas contribui para a elaboração de programas de treinamento mais eficazes e individualizados, sustentando o equilíbrio entre rendimento e saúde do atleta (Silva, 2023; Russell et al., 2018; Moura et al., 2014). Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo investigar o uso da creatina quinase como biomarcador de estresse fisiológico e muscular em atletas de futebol, por meio de uma revisão integrativa da literatura científica.

2. Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, abordagem metodológica que permite a síntese crítica e sistemática do conhecimento científico já produzido sobre determinado tema, integrando resultados de pesquisas com diferentes delineamentos e oferecendo uma visão ampla e consolidada do fenômeno estudado (Souza, Silva & Carvalho, 2021). Esse tipo de revisão é amplamente reconhecido no campo das ciências da saúde e do esporte por possibilitar a análise de evidências empíricas de forma ordenada e comparativa, promovendo reflexões que subsidiam a prática profissional e o desenvolvimento de novas pesquisas (Mendes, Silveira & Galvão, 2019). A estrutura metodológica seguiu as seis etapas preconizadas por Whitemore e Knafl (2005): identificação do tema e da pergunta norteadora, estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão, definição das bases de dados, seleção dos estudos, análise e interpretação dos resultados e apresentação da síntese final.

A busca bibliográfica foi realizada entre os meses de setembro e outubro de 2025, contemplando as principais bases de dados científicas utilizadas nos estudos analisados: PubMed, Scielo, ScienceDirect, Web of Science e Google Scholar. Essas bases foram selecionadas por apresentarem abrangência internacional e indexação de periódicos de alto impacto nas áreas de fisiologia do exercício, bioquímica e medicina esportiva, garantindo assim a relevância e atualidade das fontes utilizadas (Pérez-Castillo et al., 2023; Ide & Silveira, 2025; Becker et al., 2020).

Os descritores de pesquisa foram definidos em português e inglês, combinados por meio de operadores booleanos (“AND” e “OR”), de modo a ampliar o escopo da busca e assegurar a recuperação de estudos pertinentes ao objeto de investigação. Utilizaram-se os seguintes termos: “creatina quinase” OR “creatine kinase” AND “futebol” OR “soccer” AND “biomarcadores” OR “biomarkers” AND “estresse muscular” OR “muscle stress”. Essa estratégia possibilitou a identificação de estudos que abordassem tanto os aspectos bioquímicos e fisiológicos quanto os contextos aplicados ao futebol profissional e semiprofissional.

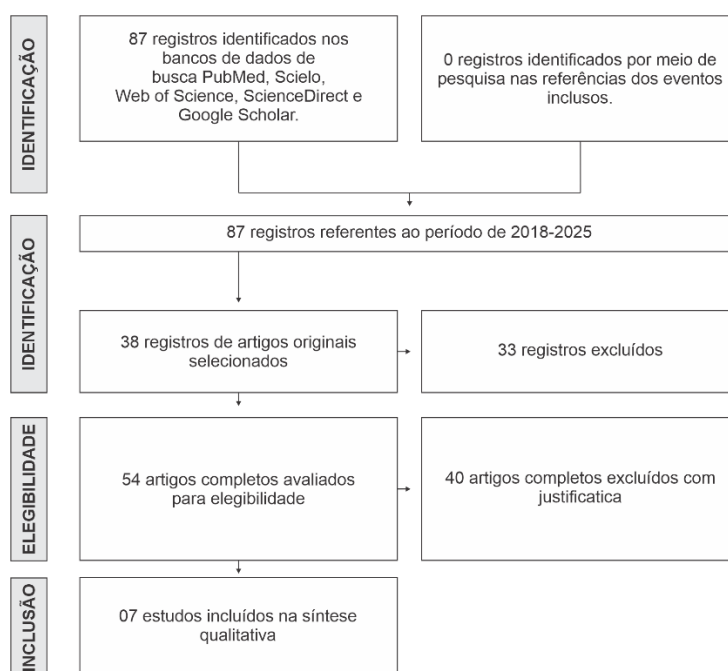
Como critérios de inclusão, foram considerados artigos: (a) publicados entre 2018 e 2025, período definido para contemplar as evidências mais recentes e alinhadas às práticas contemporâneas de monitoramento esportivo; (b) redigidos nos idiomas português, inglês ou espanhol; (c) que apresentassem dados experimentais ou revisões sistemáticas e integrativas sobre o uso da creatina quinase (CK) como biomarcador de estresse fisiológico ou muscular em jogadores de futebol; e (d) disponíveis em texto completo com acesso público ou institucional. Foram excluídos estudos: (a) realizados com atletas de outras modalidades

esportivas; (b) que não apresentassem mensuração direta de CK; (c) que se limitassem a revisões narrativas sem critérios metodológicos explícitos; e (d) duplicatas identificadas em mais de uma base de dados.

Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, foram selecionados sete artigos que atenderam integralmente aos parâmetros estabelecidos. Entre eles, destacam-se estudos experimentais e revisões sistemáticas que analisaram a resposta da CK ao treinamento, à competição e ao processo de recuperação em atletas de futebol de diferentes níveis (Ide & Silveira, 2025; Pérez-Castillo et al., 2023; Becker et al., 2020; Freitas et al., 2014; Moura et al., 2014). As análises abrangeram tanto marcadores bioquímicos sanguíneos quanto correlações com variáveis perceptivas e fisiológicas, proporcionando uma visão abrangente da CK como marcador de dano muscular e estresse metabólico.

A análise dos artigos selecionados foi conduzida de forma qualitativa e descritiva, buscando identificar convergências e divergências entre os resultados apresentados. Foram examinadas as informações sobre os desenhos metodológicos, características das amostras, métodos de coleta e análise bioquímica, além das implicações práticas para o monitoramento do desempenho e prevenção de lesões. Na Figura 01 é possível observar o fluxograma organizacional de seleção dos artigos.

Figura1 - Fluxograma organizacional de seleção dos artigos.



Fonte: Autores

3. Resultados e Discussões

Após a aplicação dos filtros e critérios de elegibilidade definidos na metodologia, identificou-se um total inicial de 87 estudos provenientes das bases PubMed, Scielo, Web of Science, ScienceDirect e Google Scholar. Destes, 13 foram excluídos por duplicidade e 20 após leitura de títulos e resumos por não atenderem aos objetivos da revisão, sobretudo por abordarem modalidades esportivas distintas ou biomarcadores não relacionados à creatina quinase. A análise integral dos 18 artigos remanescentes resultou na inclusão final de 7 estudos, que apresentaram evidências diretas sobre o uso da creatina quinase (CK) como biomarcador de estresse fisiológico e muscular em atletas de futebol (Tabela 1). Essa seleção criteriosa permitiu identificar padrões consistentes na literatura recente quanto à variação da CK em resposta às cargas de treino e competição, corroborando sua aplicabilidade como

marcador sensível de fadiga e dano muscular no contexto do futebol profissional (Becker et al., 2020; Ide & Silveira, 2025; Pérez-Castillo et al., 2023).

Tabela 1 - Distribuição dos Artigos Incluídos nos Resultados e Discussão.

Autor	População	Objetivo	Intervenção	Resultados
Viana et al. (2018)	20 jogadores profissionais de futebol (1ª divisão brasileira)	Correlacionar variáveis de desempenho durante partidas com os níveis plasmáticos de CK	Monitoramento de 10 partidas, com coletas basais e 48h pós-jogo	Correlação significativa entre velocidade máxima e níveis de CK ($r = 0,45$; $p < 0,05$), indicando que a CK reflete o estresse muscular e o risco de lesão.
Freire et al. (2020)	24 jogadores profissionais do Flamengo (Brasil)	Avaliar a correlação entre carga de jogo (via GPS) e níveis séricos de CK	Medidas 24h e 48h após cinco jogos profissionais	Houve correlação positiva entre CK-T1 e esforços >18 km/h ($p = 0,04$) e decelerações explosivas ($p = 0,004$), confirmando associação entre carga externa e dano muscular.
Becker et al. (2020)	11 atletas sub-19 da Bundesliga alemã	Investigar variação intra e interindividual de biomarcadores (CK, ureia e PCR) durante a temporada	Coletas seriadas 3x por semana em dois períodos de 3 semanas	A CK apresentou alta variabilidade intraindividual ($CV=50\%$), refletindo sensibilidade ao estresse de treinamento e jogos, útil no monitoramento de carga interna.
Pérez-Castillo et (2023)	Jogadores semiprofissionais e profissionais	Revisar biomarcadores de recuperação pós-jogo no futebol	Revisão narrativa abrangendo marcadores sanguíneos e metabólicos	A CK é o marcador mais utilizado para avaliar dano muscular; picos ocorrem entre 24–72h pós-jogo, correlacionando-se com fadiga e microlesões.
Ide & Silveira (2025)	Revisão conceitual sobre atletas de futebol profissional	Analisar criticamente a CK como biomarcador de lesão muscular	Revisão narrativa e fisiológica	A CK deve ser interpretada com cautela, pois seus aumentos refletem mais o volume e intensidade de treino do que lesões estruturais diretas.
Freitas et al. (2025)	8 jogadores profissionais durante pré-temporada	Verificar o efeito da carga de treino sobre variáveis fisiológicas e bioquímicas	Monitoramento de 21 dias com 4 coletas (T1–T4)	A CK aumentou significativamente em T2 e T3 acompanhando a carga de treino ($p<0,05$), sendo o indicador mais sensível ao estresse físico.
Neto et al. (2025)	12 jogadores profissionais brasileiros	Analisar CK como marcador de estresse em futebol	Coletas antes e após sessões de treino e jogos oficiais	O aumento significativo dos níveis de CK pós-jogo confirmou sua utilidade na mensuração de estresse muscular e controle de carga.

Fonte: Autores

Os resultados convergem ao demonstrar que o comportamento da CK apresenta variação significativa após jogos e sessões de treino de alta intensidade, sendo considerada uma resposta fisiológica adaptativa ao estresse muscular característico do futebol. Viana et al. (2018) observaram correlação direta entre a velocidade máxima atingida em partidas e o aumento da CK sérica 48 horas após o jogo, destacando a associação entre demandas de alta intensidade e dano muscular. Resultados similares foram descritos por Freire et al. (2020), que constatarem elevações significativas da CK 24 e 48 horas após partidas profissionais, correlacionadas a esforços acima de 18 km/h e ao número de desacelerações explosivas. Esses achados reforçam que o estresse imposto pelas ações excêntricas repetitivas do futebol, como sprints e mudanças bruscas de direção, desencadeia microlesões musculares mensuráveis por esse biomarcador (Freire et al., 2020; Viana et al., 2018; Russell et al., 2018).

Outro aspecto relevante identificado nos estudos é a alta variabilidade intra e interindividual dos níveis de CK, influenciada por fatores como posição em campo, tipo de contração muscular predominante e capacidade de recuperação. Becker et al. (2020) verificaram em atletas sub-19 da Bundesliga alemã que as concentrações de CK variaram entre 101 e 350 U/L ao longo da temporada, com coeficiente de variação de 50%, evidenciando a necessidade de análises individualizadas. Esse comportamento reforça que o monitoramento longitudinal é mais fidedigno do que comparações absolutas entre atletas, visto que a CK é sensível a múltiplos determinantes fisiológicos e externos (Becker et al., 2020; Pérez-Castillo et al., 2023; Ide & Silveira, 2025).

Além disso, há um consenso crescente sobre a importância de integrar a CK com outros indicadores de carga interna, como proteína C reativa e ureia, para uma compreensão holística da resposta fisiológica ao treinamento. Estudos como o de Becker et al. (2020) demonstraram que a CK, embora apresente grande sensibilidade ao estresse muscular, deve ser interpretada em conjunto com outros marcadores inflamatórios, pois isoladamente não diferencia entre fadiga funcional e lesão estrutural. Essa abordagem integrativa tem se mostrado eficaz na prevenção de lesões por sobrecarga e na otimização do desempenho (Becker et al., 2020; Pérez-Castillo et al., 2023; Moura et al., 2025).

Em relação à temporalidade das respostas fisiológicas, a literatura indica que os picos de CK ocorrem predominantemente entre 24 e 72 horas pós-jogo, retornando aos níveis basais após 96 horas, dependendo da intensidade da partida e da eficiência dos processos de recuperação (Pérez-Castillo et al., 2023; Freire et al., 2020; Moura et al., 2025). Essa janela temporal é fundamental para o planejamento de microciclos de treinamento, uma vez que períodos de recuperação insuficientes (<72h) foram associados a maiores incidências de lesões musculares, especialmente em isquiotibiais e quadríceps. Dessa forma, a CK configura-se como um parâmetro prático e eficiente para orientar a distribuição das cargas semanais de treino, reduzindo o risco de overtraining e promovendo adaptações mais seguras.

Contudo, é necessário ressaltar que nem todos os aumentos na CK refletem dano tecidual grave. Ide e Silveira (2025) argumentam que elevações moderadas podem ser decorrentes de contrações excêntricas intensas e crônicas, sem que haja ruptura fibrilar significativa. Os autores destacam ainda que a CK, por ser uma proteína de alto peso molecular, apresenta eliminação lenta pelo sistema linfático e rápida degradação plasmática, o que pode gerar variações interpretativas nos valores medidos. Portanto, a utilização desse biomarcador deve considerar o contexto do treinamento, a individualidade biológica e o histórico de cargas do atleta (Ide & Silveira, 2025; Pérez-Castillo et al., 2023; Becker et al., 2020).

Os achados também corroboram que o controle da CK contribui para estratégias preventivas de lesões e otimização do desempenho. Viana et al. (2018) observaram aumentos significativos da CK em atletas durante a pré-temporada, acompanhando o aumento progressivo da carga de treino, o que demonstra sua utilidade como ferramenta para evitar sobrecarga muscular excessiva. De forma complementar, Moura et al. (2025) reforçam que o acompanhamento individualizado dos níveis de CK permite ajustar as cargas de forma precisa, maximizando o rendimento físico e minimizando os efeitos deletérios do treinamento intenso. Essa evidência é particularmente importante para equipes profissionais com calendários competitivos extensos, nas quais a recuperação adequada é determinante para a manutenção da performance (Freitas et al., 2025; Moura et al., 2025; Freire et al., 2020).

De modo abrangente, os sete estudos incluídos indicam que a creatina quinase atua como um biomarcador sensível e funcional, capaz de refletir o estresse fisiológico decorrente das demandas do futebol moderno. Entretanto, também reforçam a inexistência de valores de referência universais, sendo mais adequada a análise individualizada longitudinal. Assim, a integração de métodos bioquímicos, fisiológicos e tecnológicos (como GPS e análise de carga interna) representa uma tendência metodológica contemporânea, que amplia a precisão das avaliações e sustenta decisões de treino baseadas em evidências (Becker et al., 2020; Pérez-Castillo et al., 2023; Ide & Silveira, 2025).

Em síntese, a discussão dos estudos demonstra que a mensuração da creatina quinase é uma ferramenta essencial para o monitoramento do dano muscular e do estresse fisiológico em atletas de futebol, apresentando valor preditivo relevante para controle de carga, prevenção de lesões e ajuste de treinamentos. As evidências destacam a importância de associar os resultados laboratoriais



com parâmetros de desempenho e percepção subjetiva, consolidando a CK como componente central nas estratégias de monitoramento de performance esportiva (Freire et al., 2020; Becker et al., 2020; Ide & Silveira, 2025).

4. Considerações Finais

O presente estudo evidenciou que a creatina quinase (CK) constitui um biomarcador de alta relevância para o monitoramento do estresse fisiológico e muscular em atletas de futebol, sendo amplamente utilizada como indicador indireto de dano tecidual e fadiga neuromuscular. Sua resposta sensível às cargas de treino e competição permite identificar padrões fisiológicos associados à sobrecarga muscular, auxiliando na individualização das estratégias de recuperação e na prevenção de lesões. A síntese dos estudos demonstra que a CK apresenta variações significativas em função da intensidade, volume e frequência das atividades, reforçando seu papel como ferramenta de controle de carga e recuperação dentro da periodização esportiva.

Contudo, observou-se que a interpretação dos níveis de CK deve ser realizada com cautela, considerando a variabilidade inter e intraindividual, a influência de fatores genéticos, nutricionais e fisiológicos, além da cinética de eliminação da enzima no organismo. Assim, a análise isolada da CK pode levar a interpretações equivocadas se não acompanhada de outros indicadores bioquímicos e funcionais. A utilização de um painel combinado de biomarcadores, associado a métricas de desempenho físico e percepção subjetiva de esforço, representa uma abordagem mais robusta e integrada para o controle da carga de treinamento.

Dessa forma, conclui-se que a creatina quinase é uma ferramenta indispensável no contexto do futebol moderno, servindo como um parâmetro objetivo para a gestão da carga fisiológica imposta aos atletas. Seu uso sistemático contribui para a otimização do rendimento esportivo e a minimização dos riscos de lesões decorrentes de sobrecarga. Recomenda-se que futuras investigações explorem a padronização de valores de referência específicos para diferentes faixas etárias, posições em campo e fases da temporada, além da integração de análises metabolômicas e moleculares que possam refinar a compreensão sobre os mecanismos de dano muscular e recuperação no alto rendimento esportivo.

Referências Bibliográficas

- Becker, M., Sperlich, B., Zinner, C., & Achtzehn, S. (2020). Intra-individual and seasonal variation of selected biomarkers for internal load monitoring in U-19 soccer players. *Frontiers in Physiology*, 11, 838. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00838>
- Carrasco, G. D., Ballester, A. R. C., Carrera, B. I., & García, P. J. L. (2024). Respuesta de biomarcadores en atletas profesionales de fútbol tras partidos: Una revisión sistemática. *Retos*, 59, 435–443. Disponível em <https://www.revistaretos.org/index.php/retos/article/view/107323>
- Carneiro, T. O. (2023). Estudo de revisão sistematizada sobre biomarcadores no futebol. *Research, Society and Development*, 12(1). Disponível em <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/39755>
- Freire, L. de A., Tannure, M., Gonçalves, D., Aedo-Muñoz, E., Valenzuela Perez, D. I., Brito, C. J., & Miarka, B. (2020). Correlation between creatine kinase and match load in soccer: A case report. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(3), 1279–1283. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.03178>
- Freitas, D. G. S., Pinto, A., Damasceno, V. O., Freitas, V. H., Miloski, B., & Bara Filho, M. G. (2014). Efeitos do treinamento sobre variáveis psicofisiológicas na pré-temporada de futebol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 20(1), 26–30. <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200101889>
- Ide, B. N., & Silveira, L. R. (2025). Muscle creatine kinase as a biomarker of muscle injury in soccer. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 27, e105820. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2025v27e105820>
- Mendes, K. D. S., Silveira, R. C. C. P., & Galvão, C. M. (2008). Revisão integrativa: Método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Acta Paulista de Enfermagem*, 21(4), 758–764. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002008000400018>
- Moura, R. de S., et al. (2014). Individual analysis of creatine kinase concentration in Brazilian elite soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 20(6), 486–489. <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200601931>
- Neto, J. M. F. A., et al. (2012). Biomarcadores de estresse no futebol: Dosagem sanguínea dos níveis de creatina quinase. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 11(2), 112–116. Disponível em <https://www.rbff.com.br/index.php/rbff/article/view/127>
- Pérez-Castillo, Í. M., Rueda, R., Bouzamondo, H., López-Chicharro, J., & Mihic, N. (2023). Biomarkers of post-match recovery in semi-professional and professional football (soccer). *Frontiers in Physiology*, 14, 1167449. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1167449>
- Russell, M., Hewitt, J., & Stevenson, E. (2018). Creatine kinase, neuromuscular fatigue, and the contact codes of football: A systematic review and meta-analysis of pre- and post-match differences. *European Journal of Sport Science*, 18(5), 553–563. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1480661>
- Silva, D. T. (s.d.). *Biomarcadores e prevenção de lesões em atletas – Uma revisão integrativa*. Universidade Feevale. Disponível em <https://biblioteca.feevale.br/Vinculo2/000070/00007008.pdf>
- Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2021). Revisão integrativa: O que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*, 19(1), eRW3214. https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2021RW3214
- Viana, J., Souto Maior, A., Hall, E., Bezerra, E., & de Sá Ferreira, A. (2018). Correlation between match efforts and serum creatine kinase level: Implications for injury prevention in elite soccer players. *Journal of Exercise Physiologyonline*, 21(5), 109–120. Disponível em https://www.asep.org/asep/asep/JEPonlineOCTOBER2018_SoutoMaior.pdf
- Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: Updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546–553. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>