



Motricidade

ISSN: 1646-107X

director@revistamotricidade.com

Edições Desafio Singular

Portugal

Soares, L.L.; Pimenta, E.M.; Barros, A.F.S.; Lessa, L.B.; Pussieldi, G.A  
Análise dos níveis séricos de creatina quinase em atletas de futebol universitário após  
uma sessão intermitente  
Motricidade, vol. 8, núm. 2, 2012, pp. 439-446  
Edições Desafio Singular  
Vila Real, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273023568052>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## **Análise dos níveis séricos de creatina quinase em atletas de futebol universitário após uma sessão intermitente**

**Analysis of serum creatine kinase in athletes in college football after an intermittent session**

L.L. Soares, E.M. Pimenta, A.F.S. Barros, L.B. Lessa, G.A. Pussieldi

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

### **RESUMO**

Ultimamente o futebol tem sido alvo de inúmeras pesquisas. As análises bioquímicas tem auxiliado os treinadores a controlarem melhor o treinamento, e minimizarem o afastamento dos atletas por estresse muscular. A Creatina Quinase (CK) tem sido utilizada como indicador de possível dano muscular. Esse estudo analisou a resposta de CK em atletas universitários de futebol, em quatro momentos: antes, logo após, duas horas após e quatro horas após uma sessão de circuitos com predominância anaeróbica. Utilizou-se uma mostra composta por 15 atletas de futebol universitários do sexo masculino. Foram coletadas amostras de CK antes dos testes de 5 circuitos contendo elementos da modalidade (AT), logo após a realização do mesmo (AP) e uma hora após o fim do teste (1A) e 2 horas após (2A). Encontrou-se valores de CK total no momento (AT) significativamente menores em relação aos outros momentos. Os níveis de CK-MB, isoenzima do tecido cardíaco também obteve diferenças significantes quando analisado e comparados com os outros momentos (AT), (2A) e (4A). Logo após, a CK-MB aumentou significativamente em relação as tomadas (2A) e (4A). Esses resultados refletem estresse físico, porém não do miocárdio, o que nos leva a inferir sobre a fonte da CK-MB no músculo esquelético.

*Palavras-chave:* futebol, creatina quinase, estresse muscular

### **ABSTRACT**

Lately football has been the target of numerous studies. The biochemical analysis has helped to better control the coaches training, and minimize the removal of the athletes for muscle stress. Creatine Kinase (CK) has been used as an indicator of possible muscle damage. This study examined the response of CK in college football athletes in four times: before, after, two hours after and four hours after an anaerobic exercise session. We used a sample composed of 15 college football athletes were male. CK samples were collected before testing for 5 circuits containing elements of the form (AT), shortly after performing the same (AP) and one hour after the test (1A) and 2 hours after (2A). Met CK values at the time (AT) significantly lower compared to other times. The levels of CK-MB isoenzyme of heart tissue has also obtained significant differences when analyzed and compared with other times (AT), (2A) and (4A). Soon after, the CK-MB increased significantly from the outlets (2A) and (4A). These results reflect physical stress but not myocardial infarction, which leads us to infer about the source of CK-MB in skeletal muscle.

*Keywords:* football, creatine kinase, muscle stress

Submetido: 01.08.2011 | Aceite: 14.09.2011

---

*Leônicio Lopes Soares, Guilherme de Azambuja Pussieldi.* Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal, Brasil.  
*Eduardo Mendonça Pimenta.* Universidad de León, Espanha.

*Allan Filipe da Silveira Barros, Lucas Barros Lessa.* Centro Universitário de Belo Horizonte- UNI-BH, Brasil.

*Endereço para correspondência:* Leônicio Lopes Soares, Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal,  
Rodovia LMG 818, km 06 – Florestal-MG – CEP 35690-000, Brasil.

*E-mail:* leoncio.soares@ufv.br

Sabe-se que o futebol é muito complexo do ponto de vista fisiológico e que esse é um esporte que requer muito gasto de energia no qual cerca de 90% da energia despendida durante uma partida é fornecida pelo metabolismo aeróbico (Bangsbo, 1994; Helgerud, Enge, Wisloff, & Hoff, 2001). Dada a natureza intermitente do seu esforço e a ampla faixa de intensidades que o caracteriza, o futebolista tem de privilegiar no seu treino aspectos como o desenvolvimento da força explosiva, da velocidade, da resistência anaeróbia e da resistência aeróbia (Bangsbo, 1994; Santos & Soares, 2001). Atividades como corridas curtas de velocidade (sprints), saltos, corridas, movimentos de frenagem, pode proporcionar uma sobrecarga muscular caracterizada por elevação de enzimas que indicam dano do tecido muscular, como, por exemplo, a CK (Araujo et al., 2008; Brancaccio, Maffulli, & Limongelli, 2007).

Vários estudos têm conduzido sua atenção na alta concentração dessa enzima nos futebolistas, pois sinalizam estresse e fadiga muscular (Lazarim et al., 2009; Ispiridis et al., 2008; Silva, Santhiago, Papoti, & Gobatto, 2008;). Por isso, o futebol tem se cercado de diversas ciências (humanas, sociais e da saúde) para melhorar o desempenho dos atletas. Na busca da perfeição do perfil atlético e de vitórias, o treinamento físico vem se tornando cada vez mais extenuante. Entretanto, este é considerado um fator determinante na causa de lesões no tecido muscular, lesões essas que buscam ser evitadas continuamente pela comissão técnica. O controle sobre as variáveis bioquímicas e fisiológicas permitem diagnosticar danos musculares e evitar maiores prejuízos ao atleta. Atualmente, os marcadores bioquímicos e fisiológicos mais utilizados para controle de treinamento são a Creatina Quinase, Lactato Desidrogenase, Uréia e Mioglobina (Malm, 2001).

A Creatina Quinase (CK) tem sido amplamente utilizada no controle do treinamento de diversas modalidades esportivas, pois é uma enzima que se define como marcador de

supertreinamento e sobrecarga temporária (Brown, Child, & Donnelly, 1997; Clarkson, 2002; Friden, 1992). No entanto em ações que simbolizam uma partida de futebol (sprint, frenagens, mudança de direção), não se conhece o comportamento dessa enzima como indicativo de desgaste muscular. Sendo assim, esse estudo tem como objetivo analisar as concentrações séricas de Creatina Quinase em atletas universitários de futebol, após uma sessão de circuitos com predominância anaeróbia, já que então observamos a necessidade do conhecimento acerca da Creatina Quinase em atividades de caráter intermitente que envolvem esportes coletivos, em especial o futebol.

## MÉTODO

### Amostra

Foram selecionados 15 sujeitos de forma intencional, sendo atletas de futebol universitários da categoria adulto de uma equipe de futebol universitário, com idade entre 18 a 30 anos ( $21 \pm 2.8$ ). Os sujeitos estavam treinados por mais de 10 meses, com o objetivo de participar do Campeonato Brasileiro Universitário. A frequência semanal de treino era de quatro (4) dias, sendo estes na segunda, quarta, sexta e sábado, por cerca de 90 minutos, consistindo em treinos físicos, táticos, técnicos e coletivos, no campo do Uni-BH em período noturno.

### Instrumentos e Procedimentos

Para verificação da massa corporal e da estatura foi utilizada uma balança mecânica da marca *Filizola®* com precisão de 0.1 kg e a estatura feita em um estadiômetro, constituído de uma parte fixa a parede e outra parte na plataforma do aparelho, onde se desliza um cursor no qual se mede a estatura do indivíduo na posição bípede, com precisão do instrumento de 0.1 cm.

Para mensuração do percentual de gordura foi utilizado o Plicômetro (Cescorf) com precisão de 1 mm e o cálculo através da equação proposta por Jackson e Pollock (1985) de 7 dobras, onde o percentual de gordura é repre-

sentado pela seguinte equação:

*Equação 1*

$$\%G = [(5.01/D) - 4.57] \times 100$$

Onde densidade corporal (D) foi calculada através do somatório das sete dobras descrita na equação 2 (S 7, peito, axilar-média, tricipital, subescapular, abdominal, supra ilíaca, coxa).

*Equação 2*

$$D = 1.097 - .00046971 (\Sigma 7) + .00000056 (\Sigma 7)^2 - .00012828 (\text{Idade})$$

A análise da intensidade do treinamento foi realizada pelo registro da FC dos sujeitos durante a sessão de treinamento. Para esta medida, os jogadores utilizaram um conjunto de cardiofrequêncímetros da marca Polar® modelo Team System®. Este aparelho permite o registro da FC durante uma atividade sem a utilização de um monitor de pulso. Isto se torna importante, uma vez que, o monitor de punho de FC pode oferecer risco a integridade dos atletas, de seus companheiros e adversários.

As condições ambientais (temperatura seca e úmida), de todo o treinamento, foram registradas, utilizando o thermo Higrômetro digital da marca Instrutherm, modelo HT-260. Este termômetro foi fixado a 100 cm do solo e apresenta um erro de  $\pm 2\%$  na sua medida.

Para a coleta sanguínea foi utilizado um sistema de tubos de coleta a vácuo, com todos os procedimentos básicos de desinfecção do local, através da limpeza com algodão e álcool. Foram utilizadas agulhas de coleta múltipla VENOJECT®, com ponta e bisel que reduzem o trauma nos tecidos. Na parte posterior da agulha uma válvula garante a interrupção do fluxo sanguíneo a cada vez que um tubo for retirado, reduzindo significativamente o risco de contaminação. O sangue coletado foi distribuído em tubos de plástico de alta transparência, com barreira contra troca de gases e

tampa de segurança constituída de capa protetora externa e rolha de vedação interna. A capa externa funciona como um escudo de segurança durante os procedimentos de abrir ou fechar o tubo. A tampa interna sela perfeitamente o tubo e garante uma coleta suave do sangue. Também foram utilizados luvas e sacos especiais de coleta de lixo hospitalar, os quais foram encaminhados para a Secretaria da Saúde para que tome as devidas providências com os dejetos biológicos.

A distância realizada durante o circuito foi medida através de uma trena. Cones com 30 cm de altura, bancos de 10 cm foram utilizados para o desenvolvimento das atividades que compuseram o circuito. Foram utilizados cronômetros para a medida do tempo e apitos para sinalizar o início e fim de cada atividade.

Os indivíduos da amostra foram informados quanto aos objetivos e aos procedimentos metodológicos do estudo. O consentimento para a participação no estudo foi obtido por escrito de cada voluntário, após os esclarecimentos necessários, estando todos cientes de que a qualquer momento poderão, sem constrangimento, deixar de participar do mesmo. Foi preservada a privacidade dos voluntários, sendo todas as informações individuais, obtidas durante o estudo, com caráter anônimo. O presente estudo teve aprovação do Comitê de Ética da Universidade de Itaúna protocolo número 011/09.

### Análise Estatística

Os dados foram tratados através de uma estatística descritiva (média, desvio padrão e erro padrão da média). Para determinação das possíveis diferenças foi utilizado a Análise de Variância para medidas repetidas com *Post-Hoc Tukey test* através do pacote estatístico Graph Pad Prism 3.0. Utilizou-se um  $p \leq .05$  para indicar diferenças significativas.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### Atividade da Creatina Quinase Total

Os valores médios da CK total em diferen-

tes momentos do experimento estão apresentados na figura 1. Somente os valores pré-sessão experimental (antes - AT), foram significativamente menores do que os outros momentos ( $p < .05$ ). As comparações da CK total logo após (AP), 2 horas após (2A) e 4 horas após (4A) não foram diferentes entre si. Esses resultados demonstram que o treinamento induziu um extravasamento da CK total devido um aumento da permeabilidade da membrana celular. Esta resposta tem sido descrita em estudos que utilizaram atividades de características anaeróbias (Thompson, Nicholas, & Williams, 1999; Twist & Eston 2005), semelhante ao nosso estudo que foram atividades de característica predominante anaeróbias com grande componente excêntrico.

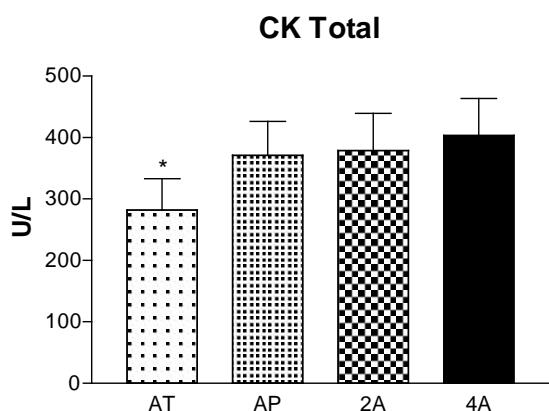


Figura 1. Valores de CK total nos momentos antes (AT), logo após (AP), 2 horas após (2A) e 4 horas após (4A) a sessão experimental; \* Estatisticamente diferente dos valores AP, 2A e 4A ( $p \leq .05$ )

Utilizou-se nesse estudo um protocolo de exercício intermitente frequentemente utilizado em sessões de treinamento de futebol e apresentou aumentos nos valores de CK Total. Em exercícios intermitentes, Twist e Eston (2005), utilizando também uma amostra de atletas universitários, encontraram valores de CK total aumentados comparando os momentos de pré e pós exercício nas 24 e 48 horas. No entanto, nesse estudo, 4 horas após o término do exercício não encontramos aumento em relação ao momento logo após, portanto não podemos afirmar que a CK total em nosso

estudo apresentou um comportamento semelhante ao estudo de Twist e Eston (2005), pois não foram observados aumentos significativos comparados às outras medidas (AP, 2A, 4A). A metodologia empregada no estudo destes autores (Twist & Eston, 2005) foi semelhante ao nosso, com atividade de sprints e saltos pliométricos, com metabolismo anaeróbio.

Embora o presente estudo tenha observado aumentos na CK total em apenas uma sessão de exercício, Silva et al. (2008) não observaram alterações na atividade da CK total durante um período de treinamento de 12 semanas, em jogadores de futebol profissionais, realizando coletas no início (semana 0), no meio (semana 6) e ao final (semana 12) do período de treinamento, contrariando nossos achados. Esta diferença pode estar relacionada ao intervalo de medidas, já que no estudo citado foi realizado a cada 6 semanas. Estes autores reportaram que os níveis de creatinina (produto da quebra da creatina fosfato do músculo esquelético) aumentaram ao final da temporada em relação ao início e meio, porém este metabólico não foi analisado no presente estudo. Em outro estudo conduzido ao longo de uma temporada competitiva, observando marcadores de estresse oxidativo, entre eles a CK, analisados mensalmente, por cinco meses, não foram encontradas diferenças significativas. Porém as altas concentrações de CK total em relação à população sedentária os levaram a concluir que os jogadores de futebol possuem maior atividade plasmática de CK total, induzido pelo próprio treinamento (Zoppi et al., 2003), resultados semelhantes encontrados em nosso trabalho. Nessas considerações da atividade da CK total ao decorrer da temporada, podemos refletir sobre o volume de treinos e jogos, e ao desgaste do atleta, onde ele está mais suscetível a lesões e a queda de desempenho.

Os valores observados no presente estudo variam de 194 a 1025U/L no momento 4 horas após, 149 a 1009U/L após 2 horas e 151 a 926U/L imediatamente após. Isso nos leva aos valores de referência da modalidade, em que os futebolistas apresentam limites inferiores de

53-84 U/L e superiores de 924-1908 U/L (Mougios, 2007), indo de acordo com nossos achados, com valores máximos de 1025 e mínimos de 194U/L. Lazarim et al. (2009) observaram a atividade da CK Total no decorrer do Campeonato Brasileiro de Futebol e obtiveram diferença significativa nos meses que apresentaram um maior número de jogos, nos sugerindo a relação da atividade da CK total com sobrecarga de treinamento e jogos. O protocolo por nós utilizado induziu uma carga de treino semelhante às ações do jogo, com duração média de 30 minutos e obteve-se elevação da CK total em níveis significativos.

Cohen e Abdala (2003) verificaram que em atividades de alta intensidade os atletas de futebol profissionais apresentam maior propensão às lesões e segundo Brancaccio et al. (2007), as lesões e a queda de desempenho no esporte estão relacionadas à alta atividade de CK total, em conjunto com outros marcadores. Em relação à queda de desempenho Ispirlidis et al. (2008) observaram que a diminuição da velocidade em sprints de 20 metros, da altura do salto vertical e da força em repetição máxima (1RM) esta acompanhada da elevação de marcadores inflamatórios, entre eles a CK Total. Em outro achado, também foi observado aumento no tempo de sprints de 10 metros, após uma sessão de exercícios intermitentes, juntamente com alta atividade de CK (Twist & Eston, 2005). A queda de desempenho correlacionada com a alta concentração de CK total pode ocorrer devido à liberação da CK pela permeabilidade da membrana, por enzimas insuficientes e depleção de ATP, essencial na contração (Brancaccio et al., 2007; Ispirlidis et al., 2008; Totsuka, Nakaji, Suzuki, Sugawara, & Sato, 2002; Twist & Eston 2005).

Todos estes estudos (Ascensão et al., 2008; Brancaccio et al., 2007; Ispirlidis et al., 2008; Takarada, 2003; Twist & Eston 2005) corroboram em dizer que o aumento da CK total está relacionado com lesão tecidual por um estresse físico induzido pelo exercício, o que pode representar um indicativo de propensão a lesões e queda de desempenho pelos sujeitos

que a possuem de maneira muito elevada. Entretanto, há uma discussão acerca da liberação bioquímica da CK, pois alguns estudos (Araujo et al., 2008; Brancaccio et al., 2007; Cunha, Ribeiro, & Oliveira, 2006) reportam que a sua alta concentração é uma relação do que é produzido pelo músculo e liberado na corrente sanguínea e do que é filtrado do sangue e excretado. Outro argumento tem se dado a ação mecânica, que por contração dos sarcômeros que podem induzir uma liberação dessa enzima pelo ciclo de contração. Araújo et al., (2008), Amat et al., (2007), Cunha et al., (2006), e Totsuka et al. (2002) revelam que a CK Total não expressa bem o dano muscular, mas sim a sobrecarga. Com isso, somente a análise da CK pode não representar o estado muscular real do atleta, mas em associação a outros marcadores como lactato desidrogenase, uréia, mioglobina, alfa actina, podendo contribuir para um diagnóstico mais preciso.

### **Atividade da Creatina Quinase MB**

Os valores de CK MB foram significativamente mais elevados nos momentos logo após o treinamento (AP), 2 horas após (2A) e quatro horas após o término do mesmo (4A) ( $p < .05$ ). No entanto com duas horas após o término do exercício os níveis de CK MB foram menores em relação ao momento logo após, e permaneceu reduzido, inclusive com quatro horas após o término do treinamento. No entanto, os valores não retornaram aos níveis basais. Como a isoenzima CK-MB está presente em maior concentração nas células do tecido do miocárdio (Brancaccio et al., 2007; Lang & wurzburg, 1982), pode-se inferir que existiu um intenso trabalho do músculo cardíaco nessa atividade.

Em um estudo conduzido em maratonistas, com experiência na modalidade, analisaram-se os indicativos de lesão muscular, como a CK-MB, e esta se elevou significativamente logo após a participação em uma prova de maratona (42.2 km) (França et al., 2006). Esses achados corroboram com os encontrados no presente

estudo, tendo um aumento da CK-MB logo após a atividade intermitente. Em outro estudo, também em uma maratona, o comportamento da CK-MB se apresentou significativamente acima dos níveis basais, em 34 corredores de fundo (Smith, Garbutt, Lopes, & Pedoe, 2004). Da mesma maneira, a atividade realizada pelos sujeitos de nosso estudo possui uma predominância aeróbia e de grandes componentes excêntricos como a maratona, foi observado altos índices de CK-MB. Em um programa de treinamento, de 30 semanas, em maratonistas, os níveis de CK-MB não se alteraram significativamente quando comparando momentos depois da prova (maratona) com 30 horas após (Rumley et al., 1985). Igualmente, Totsuka et al. (2002), não encontraram mudanças significativas na isoenzima, CK-MB após 3 sessões de exercício aeróbio, analisados antes, 30 minutos, 1, 3, 12 horas após e também durante 7 dias após o protocolo de exercícios. Contrariando os dados observados em nosso estudo, porém as metodologias empregadas se distinguem.

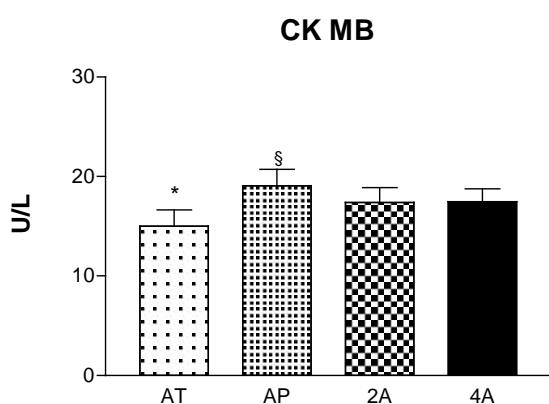


Figura 2. Valores de CK MB nos momentos antes (AT), logo após (AP), 2 horas após (2A) e 4 horas após (4A) a sessão experimental; \* Estatisticamente diferente dos valores AP, 2A e 4A ( $p \leq .05$ ); § Estatisticamente diferente dos valores 2A e 4A ( $p \leq .05$ )

Apple, Rogers, Casal, Sherman e Ivy (1985), Wu, Wang, Gornet e Lianos (1992) ressaltam que os níveis de CK-MB podem não apenas indicar dano no miocárdio, mas também no músculo esquelético. No entanto, nós

não podemos confirmar esta afirmação em função da metodologia empregada de analisar somente duas enzimas e não outros marcadores do tecido cardíaco. Adicionalmente Young (1984) reportou que os valores elevados de CK-MB podem ser causados pela evasão de CK total no plasma, o que pode explicar os altos níveis da CK-MB em nossos resultados. Na especificidade da modalidade, Jaffe, Garfinkel, Ritter e Sobel (1984) observaram os níveis de CK e CK-MB em 9 atletas de futebol após uma partida, porém não encontraram diferenças significativas. Destes 9 sujeitos, 7 tiveram a CK elevada, sendo que 4 desse apresentaram a isoenzima CK-MB alta em relação aos níveis de repouso, indo de acordo com nossos resultados, que encontrou a CK-MB elevada logo após um estresse físico imposto pelo exercício simulando ações de jogo. Também nestes achados foi encontrado correlação positiva ( $r = .96$ ) da CK total com a CK-MB, o que nos leva a refletir sobre a relação da CK total com a CK-MB. Porém nós não observamos uma correlação significativa utilizando os dados coletados no presente estudo.

Os valores de CK-MB aumentados geralmente reportam que o tecido cardíaco foi acometido a um estresse em atividade extenuante em virtude dos estudos (Brancaccio et al., 2007; Lang & Wurzburg, 1982). Níveis elevados de CK-MB são utilizados para diagnóstico de isquemia do miocárdio (Lang & Wurzburg, 1982). Entretanto, a atividade da CK total possui participação de cerca de 20% da CK-MB, então pode-se explicar que ocasionalmente a atividade da CK total estiver aumentada, a isoenzima CK-MB estará consequentemente crescente no plasma. No entanto, em nosso estudo a CK-MB com duas horas após o término do exercício diminuiu sua concentração, enquanto a CK total permaneceu elevada. Uma possível explicação disso pode ser as características musculares individuais e pela quantidade dessa isoenzima ser menor em relação a CK total.

Não podemos deixar de considerar um estresse induzido ao miocárdio, porém a neces-

sidade de outros marcadores específicos, como troponina, tropomiosina, lactato desidrogenase, aspartato aminotransferase, isoforma da alfa actina, podem ajudar numa melhor identificação (Amat et al., 2007; Apple et al., 1985; Aranega et al., 1993).

### CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que uma sessão de exercício com características excêntricas, similar à observada em sessões de treinamento de futebol, aumenta as concentrações de CK total e CK-MB. Esse indicativo pode nos reportar a um dano tecidual ocasionado pela sessão proposta. Sendo assim, as ações contidas nos treinos e partidas de futebol podem induzir estresse muscular, porém essa afirmação só poderá ser confirmada juntamente com outros marcadores, por exemplo, fragmentos de miosina, uréia, alfa actina, pois a CK total pode ser influenciada por fatores que não representam dano muscular, como o cisalhamentos dos sarcômeros. A CK-MB é uma isoenzima que indica estresse no miocárdio, porém encontramos concentrações elevadas de CK-MB em atletas, assim o músculo esquelético também pode ser uma fonte dessas isoenzimas. Nossos intervalos de coleta de CK total e CK-MB foram de curtos períodos, diferindo da literatura, necessitando assim de mais estudos para confirmação.

---

#### Agradecimentos:

Nada a declarar.

---



---

#### Conflito de Interesses:

Nada a declarar.

---



---

#### Financiamento:

Nada a declarar.

---

### REFERÊNCIAS

- Amat, A. M., Corrales, J.A., Serrano, F.R., Boulaiz, H., Salazar, J.C.P., Contreras, F.H., ... Jimenez, A.A. (2007). Role of alfa actin in muscle damage of injured athletes in comparison with traditional markers. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 442-446.
- Apple, F.S., Rogers, M.A., Casal, D.C., Sherman, W.M. & Ivy, J.L. (1985). Creatine Kinase-MB isoenzyme adaptations in stressed human skeletal muscle of marathon runners. *Journal of Applied Physiology*, 59(1), 149-153.
- Aranega, A.E, Reina, A., Muros., A., L., Prados, J., & Arhega, A. (1993). Circulating alpha-actin protein in acute myocardial infarction. *International Journal of Cardiology*, 38(1), 49-55.
- Araujo, G. G., Gobatto, C. A., Hirata, R. D. C., Hirata, M. H., Cavaglieri, C. R., & Verlengia, R. (2008). Respostas fisiológicas para detetor overtraining. *Revista de Educação Física*, 19(2), 275-289.
- Ascensão, A., Rebelo, A., Oliveira, E., Marques, F., Pereira, L., & Magalhaes, J. (2008). Biochemical impact of soccer match- analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clinical Biochemistry*, 41, 841-851.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer. *Acta Physiologica Scandinavia*, 151(619), 1-155.
- Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F. M. (2007). Creatine Kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, 81, 209-230.
- Brown, S.J., Child, S.H., & Donnelly, A.E. (1997). Exercise-induced skeletal muscle damage and adaptations following repeated bouts of eccentric muscle contractions. *Journal of Sports Sciences*, 15, 215-222.
- Clarkson, P.M., & Hubal, M.J. (2002). Exercise- induce muscle damage in humans. *American Journal of Physical Rehabilitation*, 81, 52-69.
- Cohen, M., & Abdalla, R.J. (2003). *Lesões nos esportes: Diagnóstico, prevenção e tratamento*. Rio de Janeiro: Revinter.
- Cunha, G.S., Ribeiro, J.L., & Oliveira, A.R. (2006). Sobretreinamento: Teorias, diagnóstico e marcadores. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(5), 297-302
- França S.C.A., Neto, T. L. B., Agreta, M. C., Lotufo, R. F. M., & Kater, C. E. (2006). Resposta divergente da testosterona e do cortisol séricos em atletas masculinos após uma corrida de maratona. *Revista Brasileira Endocrinologia Metabólica*, 50(6), 1082-1087.
- Friden, J., & Lieber, R.L. (1992). Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*, 24, 521-531.
- Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves

- soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 1925-1931.
- Ispirlidis, I., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Michailidis, I., Douroudos, I., ... Taxildaris, K. (2008). Time-course of changes in inflammatory and performance response following a soccer game. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 18(5), 423-431.
- Jaffe, A. S., Garfinkel, B. T., Ritter, C. S., & Sobel, B. E. (1984). Plasma MB creatine kinase after vigorous exercise in professional athletes. *American Journal of Cardiology*, 53, 856-858.
- Lang, H., & Wurzburg, U. (1982). Creatine kinase, an enzyme of many forms. *Clinical Chemistry*, 28, 1439-1447.
- Lazarim, F.L., Antunes-neto, J.M.F., Silva, F.O.C., Nunes, L.A.S., Cameron, A.B., Cameron, L.C., ... Macedo, D.V. (2009). The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 85-90.
- Malm, C. (2001). Exercise-induced muscle damage and inflammation: Fact or fiction? *Acta Physiologica Scandinavica*, 171, 233-239.
- Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine Kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 674-678.
- Rumley, A.G, Pettigrew, A.R, Colgan, M.E., Taylor, R., Grant, S., Manzie, A., ... Elliott, A. (1985). Serum Lactate dehydrogenase and creatine kinase during marathon training. *British Journal of Sports Medicine*, 19(3), 152-155.
- Santos, P. J., & Soares, J.M. (2001). Capacidade aeróbia em futebolistas de elite em função da posição específica no jogo. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(2), 7-12.
- Silva, A.S.R., Santhiago, V., Papoti, M., & Gobatto, C.A. (2008). Psychological, biochemical and physiological responses brazilian soccer players during a training program. *Sciences & Sports*, 23(2), 66-72.
- Takarada, Y. (2003). Evaluation of damage after a rugby match with special reference to tackle plays. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 416-419.
- Thompson, D., Nicholas C. W. E., & Williams, C. (1999). Muscular soreness following prolonged intermittent high-intensity shuttle running. *Journal of Sports Sciences*, 17, 387-395.
- Totsuka, M., Nakaji, S., Suzuki, K., Sugawara, K., & Sato, K. (2002). Break point of serum creatine kinase release after endurance. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1280-1286.
- Twist, T., & Eston, R. (2005). The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 652-658.
- Wu, A.H.B., Wang, X., Gornet, T.G, & Lianos, J.O. (1992) Creatine kinase MB isoforms in patients with skeletal muscle injury: Ramifications for early detection of myocardial infarction. *Clinical Chemistry*, 38(12), 2396-2400.
- Young, A. (1984) Plasma creatine kinase after the marathon: A diagnostic dilemma. *British Journal of Sports Medicine*, 18(4), 269-272.
- Zoppi, C.C., Antunes-neto, J., Catanho, F.O., Goular, T.L.F., Motta e Moura, N., & Macedo, D. V. (2003) Alterações em biomarcadores de estresse oxidativo, defesa antioxidante e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. *Revista Paulista de Educação Física*, 17(2), 119-130.