

Efeito do Exercício nas Concentrações Séricas de Creatina Cinase em Triatletas de Ultradistância

CIÊNCIAS DO EXERCÍCIO
E DO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

Exercise Effects on Serum Levels of Creatine Kinase in Ultra-Distance Triathletes in the Course of a Competition Period

Carolina Neis Machado¹
Monique da Silva Gevaerd¹
Ricardo Teixeira Goldfeder^{2,3}
Tales de Carvalho²

1. Universidade do Estado de Santa Catarina – Laboratório de Análises Multisetorial. Florianópolis, SC – Brasil.
2. Universidade do Estado de Santa Catarina – Núcleo de Cardiologia e Medicina do Exercício. Florianópolis, SC – Brasil.
3. Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, SC – Brasil.

Endereço para correspondência:
Monique da Silva Gevaerd
Rua Pascoal Simone, 358, Coqueiros –
88080-350 – Florianópolis, SC
E-mail: moniquegevaerd@yahoo.com.br

RESUMO

O triatlo é um esporte de destaque e ampla participação mundial. Incorpora três diferentes modalidades de *endurance* – natação, ciclismo e corrida – dentro de um único evento. Há uma variedade de distâncias sobre as quais os eventos de triatlo são realizados, sendo a prova de ultradistância (*ironman*) a mais extensa. Autores diversos já relataram a ocorrência de lesões após esforço intenso, seja diretamente, através de alterações histológicas no sarcômero, ou indiretamente, pela quantificação da concentração de proteínas musculares específicas (biomarcadoras de lesão) no plasma. Entre esses marcadores de lesão muscular destacam-se a mioglobina e a creatina cinase. Efetivamente, a creatina cinase é o indicador bioquímico mais utilizado na literatura como indicador da ocorrência de lesão muscular. Dentro desse contexto justifica-se o objetivo do presente trabalho que visa verificar o efeito do exercício nas concentrações séricas de creatina cinase em triatletas de ultradistância frente a um período de competição. Para tanto, foram avaliados os dados das concentrações séricas de CK de 10 atletas que participaram da prova do Ironman Brasil de 2007. As análises sanguíneas foram realizadas em cinco períodos distintos: 19 dias antes da prova do *ironman* (CK1), 48 horas antes da prova (CK2), imediatamente após (CK3), cinco dias após (CK4) e 12 dias depois da prova (CK5). Os resultados apontaram aumento significativo nas concentrações de CK nos períodos 3 e 4 em relação aos demais períodos avaliados. Estas alterações evidenciam a influência do exercício exaustivo sobre as concentrações de CK, revelando a possibilidade de desenvolvimento de lesões musculares durante essa competição. Este fato reforça a importância do monitoramento de biomarcadores, como a CK, que permite a treinadores e atletas ajustarem suas cargas de treinamento para aumentar os benefícios do treinamento e para evitar o supertreinamento, melhorando o desempenho, a saúde e a qualidade de vida do atleta.

Palavras-chave: triatlo, esforço muscular excessivo, biomarcador de lesão muscular.

ABSTRACT

Triathlon is a popular sport with world wide participation. It combines three different endurance modalities – swimming, cycling and running – within a single event. There is a variety of distances on which triathlon events are made, the Ironman race being the longest. Many authors have already reported injury occurrence after intense exertion, either directly, through histological sarcomere alterations, or indirectly, over the quantification of specific muscle proteins concentration (injury biomarkers) in the plasma. Among these markers of muscle injury, Myoglobin and Creatine Kinase stand out. In fact, creatine kinase is the most used biochemical indicator of muscle injury occurrence. Within this context, it is justified the purpose of this study, that intends to verify exercise effects on serum levels of creatine kinase in ultra-distance triathletes in the course of a competition period. Serum levels of CK from 10 triathletes who competed in the Ironman Brazil event, 2007 were evaluated. Blood analyses were done at five distinct periods: 19 days before Ironman Brazil competition (CK1), 48 hours before it (CK2), immediately after it (CK3), five days after the competition (CK4) and 12 days after the event (CK5). The results showed significant increase on CK concentrations at periods 3 and 4, when compared to the other evaluated periods. These alterations evidence the influence of the Ironman competition exhaustive exercise over the CK concentrations, revealing the possibility of muscle injuries development during the event. This fact enhances the importance of biomarkers' monitoring, like CK, that allow coaches and athletes to adapt training loads to increase their benefits and to avoid overtraining, improving performance, health and quality of life.

Keywords: triathlon, excessive muscle exertion, skeletal muscle injury biomarker.

INTRODUÇÃO

O triatlo é um esporte de destaque e ampla participação mundial. Incorpora três diferentes modalidades de *endurance* – natação, ciclismo e corrida – dentro de um único evento. Há uma variedade de distâncias sobre as quais os eventos de triatlo são realizados. Dentre essas estão o *sprint*, a distância olímpica, a longa distância e a ultradistância ou *ironman*, sendo a prova de ultradistância a mais extensa, totalizando um percurso de aproximadamente 226km^(1,2).

A característica singular do triatlo possibilita a ocorrência de lesões em cada fase, unicamente, e de lesões ocasionadas pelo acúmulo das três fases. Dessa forma, torna-se importante a assistência profissional na avaliação dos inúmeros mecanismos de lesão determinados pelo treinamento e/ou pelas competições⁽²⁻⁴⁾.

Tem sido descrito que o exercício físico realizado de forma inadequada ou exaustiva pode induzir ao desenvolvimento de alterações importantes na homeostasia corporal, tais como modificações estruturais e bioquímicas. Essas alterações, frequentemente, são responsáveis pela ocorrência de dores e disfunções musculoesqueléticas prejudiciais à saúde do praticante⁽⁵⁻⁸⁾.

Autores diversos já relataram a ocorrência de lesões após esforço intenso, através de alterações histológicas no sarcômero, ou indiretamente, pela quantificação da concentração de proteínas musculares específicas (biomarcadoras de lesão) no plasma⁽⁹⁻¹²⁾. Entre esses marcadores de lesão muscular destacam-se a mioglobina e a creatina cinase⁽¹¹⁻¹³⁾.

Substâncias que não têm a capacidade de atravessar a barreira da membrana sarcoplasmática, como a creatina cinase (CK), extravasam para o meio extracelular após dano nas estruturas musculares, tornando o aumento da concentração sérica dessas substâncias potentes marcadores indiretos de dano muscular^(14,15). A creatina cinase (CK) é um marcador bioquímico amplamente utilizado como indicador da ocorrência de lesão muscular^(6,8,11,12).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo verificar o efeito do exercício nas concentrações séricas de CK em triatletas de ultradistância, frente a um período de competição.

MÉTODOS

Sujeitos do estudo

Os dados avaliados referem-se a uma amostra intencional de 10 indivíduos do sexo masculino, com idades entre 29 e 51 anos, integrantes de uma equipe profissional que participou da prova do Ironman Brasil realizado em maio de 2007, em Florianópolis, SC.

Coleta de dados

Para obtenção das informações pertinentes ao estudo, foi realizada, inicialmente, uma consulta ao banco de dados do Núcleo de Cardiologia e Medicina do Esporte (NCME) do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, da Universidade do Estado de Santa Catarina. Os dados utilizados referem-se aos resultados das análises bioquímicas de CK realizadas no Ironman Brasil de 2007. Vale ressaltar que a coleta destes dados foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UDESC (CEPSH/UDESC – Protocolos nº 70/05).

As análises de CK foram realizadas entre os meses de maio e junho de 2007, antes e depois da prova do Ironman Brasil 2007, em cinco períodos diferentes: 19 dias antes da competição (CK1), 48 horas antes (CK2), imediatamente após a prova (CK3), cinco dias após (CK4) e 12 dias após o período de competição (CK5).

O procedimento de coleta de sangue para obtenção de soro para as análises de CK foi realizado a partir de punção venosa por meio do sistema de coleta a vácuo na fossa cubital, utilizando-se tubos de coleta Sarstedt sem anticoagulante (volume 5,0ml). Após a coleta do material biológico e transcorrido o tempo necessário para a coagulação do

sangue (no mínimo 15 minutos), os tubos de soro foram centrifugados durante 15 minutos a 1.500 rotações por minutos em centrífuga calibrada. Em seguida, os tubos foram acondicionados no refrigerador e posteriormente transportados em maleta térmica apropriada e com gelo reciclável até o laboratório. As análises de CK foram realizadas pelo método cinético a 37°C, utilizando o aparelho Advia-Siemens – 1650, um analisador imunoquímico automático.

Análise estatística

Os resultados de CK obtidos a partir do banco de dados foram analisados através de estatística descritiva, sendo expressos como média e desvio padrão da média. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro Wilk. Para verificar o efeito do exercício nas concentrações da enzima marcadora de lesão musculoesquelética nos diferentes momentos do experimento, foi utilizado o teste de Friedman (dados não paramétricos) seguido pelo teste de Wilcoxon. Para toda a análise foi adotado o nível de significância $p < 0,05$. Os dados foram analisados com o auxílio do *software* SPSS 14.0.

RESULTADOS

A distribuição individual da concentração absoluta de CK, bem como seus valores médios obtidos nos cinco períodos de avaliações, estão apresentados na tabela 1.

Os resultados apresentados na tabela 1 revelam um pico de concentração da CK no período CK3 em comparação aos demais períodos avaliados, evidenciando a influência da intensidade do exercício exigido na prova de *ironman* sobre as concentrações de CK. Estas alterações revelam a possibilidade de desenvolvimento de lesões musculares durante a mesma.

No período CK4 foi observado que os níveis de CK diminuíram em comparação ao período CK3, mas ainda continuaram elevados em comparação aos períodos CK1, CK2 e CK5. Estes dados revelam que, apesar da redução na concentração plasmática de CK, este intervalo de tempo (cinco dias após a prova) ainda não foi suficiente para a recuperação completa dos atletas submetidos à prova do Ironman Brasil 2007.

Já no período CK5, após 12 dias de realização da prova do Ironman Brasil 2007, a concentração plasmática de CK reduziu para valores próximos àqueles observados nos períodos pré-competição – CK1 e CK2 –, evidenciando que a recuperação dos atletas quanto ao restabelecimento dos níveis de CK é possível, apenas necessitando de um período maior de descanso após a prova.

DISCUSSÃO

Mais do que qualquer outra modalidade esportiva, o triatlo é responsável por singular imposição de esforço físico sobre o atleta. A literatura relata que a incidência de lesões derivadas do triatlo varia entre 37% e 91%, ocasionando, pelo menos, um tipo de lesão em cada triatleta dentro do período específico de competição⁽¹⁶⁾.

De acordo com Angelini⁽¹⁷⁾, o estudo da CK em medicina esportiva permite obter informações a respeito da condição musculoesquelética. O autor afirma que níveis séricos elevados de CK em sujeitos aparentemente saudáveis podem estar correlacionados com o grau de treinamento físico.

Sacher e McPherson⁽¹⁸⁾ sustentam que a atividade sérica total da enzima se encontra marcadamente elevada após traumatismos ao músculo esquelético provocados por esmagamento, contrações de tetania e atividades extenuantes.

De fato, os valores de CK expostos no presente trabalho (tabela 1) elevaram-se nos períodos pós-exercício CK3 e CK4, principalmente em CK3, em que a coleta foi realizada imediatamente após o término da competição.

Tabela 1. Concentrações séricas de CK nos diferentes períodos do estudo.

Atletas	Idade (anos)	CK1 (U/L)	CK2 (U/L)	CK3 (U/L)	CK4 (U/L)	CK5(U/L)
1	29	128	76	573	213	102
2	44	404	469	3.066	588	350
3	37	125	139	2.551	556	251
4	35	143	88	1.920	217	250
5	36	185	106	1.840	170	127
6	36	223	214	1.321	255	280
7	36	173	182	1.431	326	160
8	49	157	165	1.261	321	173
9	49	131	98	542	150	124
10	51	217	121	1.976	306	146
$\bar{x} \pm \sigma$	40 ± 7	188 ± 83	165 ± 115	1.648 ± 797*	310 ± 150*	196 ± 81

* Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos demais períodos avaliados (teste de Friedman e post hoc de Wilcoxon). CK1 – 19 antes da competição, CK2 – 48 horas antes, CK3 – imediatamente após a prova, CK4 – cinco dias após, e CK5 – 12 dias após o período de competição.

Brancaccio *et al.*⁽¹⁹⁾ apontam serem inúmeros os fatores que determinam o aumento sérico da atividade enzimática da CK durante e após o exercício. Consideram que as maiores atividades enzimáticas são encontradas após exercícios competitivos prolongados, como a maratona de ultradistância, os eventos de triatlo e o levantamento de peso, que envolvem contrações musculares excêntricas⁽¹⁹⁾. Dados similares foram apresentados por Siqueira *et al.*⁽¹²⁾.

Levy *et al.*⁽²⁰⁾, comparando triatletas com ciclistas, nadadores e corredores individuais, descobriram que triatletas possuem maior média de horas treinadas por semana do que qualquer outro grupo e maior incidência de lesões do que qualquer um dos esportes de participação individual.

O papel da CK no organismo é descrito com propriedade por Foschini *et al.*⁽¹⁴⁾. Explicam que no tecido musculoesquelético a função da CK é auxiliar o metabolismo na ressíntese de adenosina trifosfato (ATP), estando envolvida na primeira via energética – a mais simples para fosforilação do ATP. Além do ATP, encontra-se no organismo outra molécula que contém fosfato de alta energia: a creatina fosfato (CP). A CK é responsável pela hidrólise da CP, separando o Pi da creatina e dessa forma liberando energia para a formação do ATP.

De acordo com Hurley *et al.*⁽²¹⁾ e Serrão *et al.*⁽²²⁾, o tempo entre a liberação e a depuração de CK no plasma depende da intensidade de treinamento, do tipo e da duração do exercício. Além disso, picos séricos de CK, em torno do dobro da concentração basal, ocorrem geralmente oito horas após treinamento de resistência; após treinamento excêntrico, podem continuar pronunciados entre dois e sete dias após exercício.

Hyatt e Clarkson⁽²³⁾ argumentam que valores de CK declinam entre o quarto e o 10º dia após ocasião de competição/treinamento. Propõem que tal intervalo é provavelmente definido pelo grau de adaptação ao treinamento.

Concordando com os dados da literatura, os resultados do presente estudo também apontam o declínio ocorrido nas concentrações da enzima nos períodos subsequentes ao *ironman*, CK4 e CK5, quando comparados à CK3 (efeito imediato do exercício), caracterizando o tempo de recuperação dos atletas. Mais especificamente, observou-se que após cinco dias da competição (CK4) os valores de CK aproximaram-se do basal dos atletas antes do *ironman* (CK1 e CK2). Passados 12 dias da prova do *ironman* foi realizada a última coleta (CK5). Neste período pode-se constatar a completa recuperação dos indivíduos da pesquisa, posto que encontravam-se com os valores basais de CK do início do estudo.

Contudo, nota-se que os valores de CK expostos apresentaram grande variabilidade entre os sujeitos. Brancaccio *et al.*⁽¹⁹⁾ consideram que alguns atletas mostram-se pouco responsivos ao treinamento físico, trazendo, de forma crônica, pequenas concentrações da enzima no plasma. Outros, apresentam alta responsividade ao treinamento, sustentando elevadas concentrações de CK. Além disso, níveis de CK são dependentes de idade, gênero, raça, massa muscular, atividade física e condições climáticas^(15,24).

Nesse sentido, Mougious⁽²⁵⁾, com o objetivo de introduzir intervalos de referência para as concentrações séricas de CK de atletas, analisou 483 sujeitos brancos, praticantes de diversas modalidades esportivas, obtendo intervalos de referência da enzima que variaram entre 82U/L e 1.083U/L.

Nenhum sujeito da amostra persistiu com níveis elevados da enzima, tomando como base os níveis de CK imediatamente após a competição (CK3). Passados cinco dias da competição (CK4), as concentrações da enzima declinaram significativamente, corroborando com o estudo de Molina e Amorim⁽²⁶⁾ que aponta picos de CK nos quatro primeiros dias subsequentes à sessão de exercício exaustivo.

Angelini⁽¹⁷⁾ afirma que se houver persistência de níveis de CK ao repouso, estes podem estar sinalizando uma patologia muscular, que o treinamento de resistência pode evidenciar através de sintomas como dor, fraqueza e fadiga profunda.

A partir da análise deste indicador indireto, pode-se dizer que os sujeitos do estudo apresentaram fortes evidências de que se encontravam com uma lesão muscular induzida pelo exercício exaustivo e inabitual nos períodos citados acima.

CONCLUSÃO

Os achados deste estudo reforçam as proposições da literatura científica, a qual considera o treinamento intenso e a competição esportiva causadores de elevações nas concentrações séricas de CK. Este fato evidencia a importância do monitoramento do treinamento esportivo, bem como, alerta profissionais da área médica esportiva quanto aos problemas musculoesqueléticos que podem ser encontrados durante eventos esportivos. Dessa forma, a determinação de biomarcadores, como a CK, permite aos treinadores e atletas ajustarem suas cargas de treinamento tanto para aumentar os benefícios do treinamento quanto para evitar o supertreinamento, melhorando assim o desempenho, a saúde e a qualidade de vida do atleta.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Cohen L. Triathlons and medicine: the race to catch up. *CMAJ* 1986;134:938-41.
2. Mchardy A, Pollard H, Fernandez M. Triathlon injuries: A review of the literature and discussion of potential injury mechanisms. *Clinical Chiropractic* 2006;129-38.
3. Mara LS, Lemos R, Brochi L, Rohlfs ICPM, Carvalho T. Alterações hidroeletrólíticas agudas ocorridas no triatlon ironman Brasil. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13:1-5.
4. Bonorino KC, Silva AH, Monte FG, Silva CL, Carvalho T. Contagem leucocitária pré e pós-prova de atletas participantes de Ironman. *Revista Científica JOPEF* 2008;1:101-6.
5. Mannrich G. Perfil dos marcadores bioquímicos de lesões músculo esquelética, relacionado ao estado psicológico, em atletas profissionais de futebol. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2007.
6. Barbosa T, Magalhães P, Lopes V, Neuparth M, Duarte J. Comparação da variação da actividade neuro-muscular, da creatina quinase e da força isométrica máxima voluntária entre dois protocolos exaustivos e inabituais. *Rev Port Cien Desp.* 2003;1:7-15.
7. Foschini D, Prestes J, Charro MA. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2007;9:101-6.
8. Souza CT, Medeiros C, Silva LA, Silveira TC, Silveira PC, Pinho CA, Scheffer DL, Pinho RA. Avaliação sérica de danos musculares e oxidativos em atletas após partida de futsal. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2010;12:269-74.
9. Apple F, Hellsten Y, Clarkson P. Early detection of skeletal muscle injury by assay of creatine kinase MM isoforms in serum after acute exercise. *Clin Chem* 1988;32:41-4.
10. Jacobs I, Esbjörnsson M, Sylvén C, Holm I, Jansson E. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fibres types and blood lactate. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:368-74.
11. Uchida MC, Nosaka K, Ugrinowitsch C, Yamashita A, Martins E Jr, Moriscot AS, et al. Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *J Sports Sci* 2009;27:499-507.
12. Siqueira LO, Muccini T, Dall Agnol I, Filla L, Tibbolla P, Luvison A, et al. Análise de parâmetros bioquímicos séricos e urinários em atletas de meia maratona. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2009;53:844-52.
13. Nosaka K, Newton M. Concentric or eccentric training effect on eccentric exercise-induced muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:63-9.
14. Foschini D, Prestes J, Charro MA. *Rev. Bras.Cineantropom. Desempenho Hum* 2007;9:101-6.
15. Miles MP, Andring JM, Pearson SD, Gordon LK, Kasper C, Depner CM, Kidd JR. Diurnal variation, response to eccentric exercise, and association of inflammatory mediators with muscle damage variables. *J Appl Physiol* 2008;104:451-8.
16. Gosling CM, Gabbe BJ, Forbes AB. Triathlon related musculoskeletal injuries: the status of injury prevention knowledge. *J Sci Med Sport* 2008;11:52-7.
17. Angelini C. Limb-girdle muscular dystrophies: heterogeneity of clinical phenotypes and pathogenetic mechanisms. *Acta Myol* 2004;23:130-6.
18. Sacher R, McPherson R. Widman: Interpretação clínica dos exames laboratoriais. 11ª ed, São Paulo: Manole, 2002.
19. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin* 2007. p.209-30.
20. Levy C, Kolin E, Berson B. The effect of cross training on injury incidence, duration, and severity (part 2). *Sports Med Clin Forum* 1986;3:1-8.
21. Hurley BF, Redmond RA, Pratley RE, Treuth MS, Rogers MA, Goldberg AP. Effects of strength training on muscle hypertrophy and muscle cell disruption in older men. *Int J Sports Med* 1995;16:378-84.
22. Serrão FV, Foerster B, Spada S. Functional changes of human quadriceps muscle injured by eccentric exercise. *Braz J Med Biol Res* 2003;36:781-6.
23. Hyatt JP, Clarkson PM. Creatine kinase release and clearance using MM variants following repeated bouts of eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1059-65.
24. Stomme J, Rustad P, Steensland H, Theodorsen L, Urdal P. Reference intervals for eight enzymes in blood of adult females and males measured in accordance with the international Federation of Clinical Chemistry reference system at 378C: part of the Nordic Reference Interval Project. *Scand J Clin Lab Invest* 2004;64:371-84.
25. Mougious V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med* 2007;41:674-78.
26. Molina R, Amorim A. Efeito do dano muscular através de diferentes tipos de exercício excêntrico sobre a economia de movimento. Disponível em: http://www4.unianhanguera.edu.br/programasinst/Revistas/revistas2007/cienciasbesaude/Efeito_do_dano_muscular.pdf. Acesso em: 12 de Setembro de 2008.