



# Efeito do alongamento pós exercício na concentração sérica de creatina kinase (ck) de homens e mulheres

Rafael Pereira<sup>1,2</sup>, Adriana Brust<sup>1</sup>, Juliano Gomes Barreto<sup>1</sup> e Marco Machado<sup>1,2</sup>

1. Universidade Iguazu (UNIG – Campus V, Brasil)

2. Laboratório de Fisiologia e Biocinética – LAFIBIO (UNIG – Campus V, Brasil)

Pereira, R.; Brust, A.; Barreto, J.; Machado, M.; **Efeito do alongamento pós exercício na concentração sérica de creatina kinase (ck) de homens e mulheres** Motricidade 3(2): 88-93

## Resumo

O alongamento é um recurso terapêutico manual comumente utilizado como medida profilática contra lesões e microlesões induzidas por exercício. Objetivou-se avaliar o efeito do alongamento após realização de exercício resistido na concentração sérica de CK em sujeitos saudáveis. 36 indivíduos, 18 homens e 18 mulheres foram divididos aleatoriamente em dois grupos, Controle (C) e Alongamento (A). Foi dosada a concentração de CK pré-exercício e após exercício para membros inferiores, imediatamente após o exercício os integrantes do grupo A realizaram alongamento ativo, sendo realizadas mais 3 coletas com intervalo de 24 horas entre estas. O grupo A apresentou um aumento na concentração CK 24 horas após o exercício. A medida da concentração de CK dos homens do grupo A apresentou diferença em relação à pré-exercício e em relação à medida de 24 horas do grupo controle, o mesmo comportamento não foi observado nas concentrações de CK das mulheres de ambos os grupos. O exercício realizado não foi suficiente para provocar micro-traumas no tecido músculo-esquelético, exceto o grupo A, indicando que o alongamento causou maiores injúrias ao tecido. O alongamento após exercício resistido demonstrou efeito indutor de microtraumas no tecido músculo-esquelético, sendo os homens mais suscetíveis a este efeito.

**Palavras-chave:** Alongamento, Creatina Kinase, exercício.

## Abstract

### **Effect of stretching after exercise on serum creatine kinase of men and women**

The stretching exercise is usually used as a prophylactic way against damage in muscle induced by exercise. The objective of this study was to evaluate the effect of stretching after an resisted exercise in the serum concentration of creatine kinase, CK, in healthy subjects. Thirty six subjects, 18 men and 18 women were random into two groups. Control (C) and Stretching (A). The concentration of CK was measured pre-stretching and pos-stretching for the lower limbs. Immediately after the exercise, the group A participants have performed the active stretching, and then other three blood collection were taken with a break of 24 hours between them. Group A showed an increase in CK concentration 24 hours after exercise and group A men's CK concentration was different compared to the pre-stretching and in confrontation to the 24 hours measure of control group. The same behavior was not been observed in women CK levels in both groups. The exercise performed was not enough to cause micro lesions in musculoskeletal tissue, except in group A, wich is an indicative that stretching caused more muscle injurias. Stretching after resisted exercise demonstrated an induced effect of micro traumas in muscle tissue and that men were more likely to it.

**Keywords:** Stretch, Creatine Kinase, exercise.





## Introdução

Dentre os diversos recursos terapêuticos manuais, o alongamento é um dos mais utilizados, tendo em vista sua facilidade de execução e sua eficácia na manutenção ou melhora da amplitude de movimento articular. Sua eficácia em variáveis como flexibilidade, força, morfologia miotendínea tem sido testada<sup>8,14,19</sup>, não havendo relatos científicos sobre o efeito do alongamento na concentração sérica do marcador de lesão músculo-esquelética Creatina Kinase (CK).

Vários métodos de alongamento são utilizados clinicamente e no esporte, no entanto postula-se que não se deve ultrapassar o limite articular, sendo o alongamento uma forma de se manter os níveis de flexibilidade. A execução deste pode ser de modo ativo, onde o alongamento é efetuado pelo próprio indivíduo, ou por um terapeuta, denominando-se então alongamento passivo<sup>5,13</sup>.

Os efeitos do alongamento sobre o tecido muscular esquelético têm sido estudados, mas continua sendo um assunto controverso<sup>6,4,15</sup>. Postula-se que o alongamento proporcione um efeito protetor no tecido músculo-esquelético quando realizado antes e/ou após exercícios inclusive prevenindo o aparecimento de dores musculares, no entanto, existe divergência na literatura quanto ao efeito protetor ou não do alongamento<sup>1,9,16</sup>.

Diversas metodologias têm sido utilizadas visando mensurar os efeitos de aplicações de estresse mecânico sobre o tecido muscular, como o que ocorre durante a realização de exercícios ou alongamento, sendo as análises histológicas do tecido muscular, as dosagens séricas de marcadores de lesão músculo-esquelética, a mensuração do torque isocinético passivo e a avaliação da recuperação da força isométrica voluntária máxima as metodologias comumente utilizadas<sup>15,24,27</sup>.

Os efeitos do alongamento em variáveis como flexibilidade, força, vêm sendo estudados, não havendo relatos científicos sobre o efeito do

alongamento na concentração sérica do marcador de lesão músculo-esquelética Creatina Kinase (CK), tampouco a influência do gênero nesta variável.

A enzima Creatina Kinase (CK) é frequentemente utilizada como marcador de injúrias musculares esqueléticas para identificação de microtraumas induzidos pelo exercício, uma vez que este proporciona estresse mecânico às estruturas protéicas que constituem o sarcômero. As forças mecânicas exercidas pelo exercício são transferidas ao sarcolema através de complexos protéicos, como o complexo distrofina-glicoproteína, que permitem a fixação dos sarcômeros ao sarcolema, acarretando rupturas neste e conseqüente extravasamento de proteínas intramusculares como a CK<sup>7,10,11,18,21</sup>.

O alongamento também proporciona estresse mecânico ao tecido muscular esquelético, o que pode acarretar microtraumas no mesmo. Desta forma, o objetivo foi avaliar o efeito do alongamento após realização de exercício resistido na concentração sérica do marcador de injúria músculoesquelética CK de homens e mulheres saudáveis.

## Metodologia

### Amostra

Participaram do experimento trinta e seis indivíduos (18 Homens e 18 Mulheres) entre 18 e 31 anos, sedentários e que não apresentavam nenhum tipo de lesão ósteomioarticular. Foram divididos em dois grupos de modo aleatório, sendo os grupos denominados de Controle (C) e Alongamento (A).

### Procedimentos

Todos os participantes passaram por uma avaliação antropométrica constituída de estatura, massa corporal total (MCT) e dobras cutâneas, sendo posteriormente calculado o percentual de



gordura pelo protocolo de Pollock de 3 dobras e a massa corporal magra (MCM), seguida de uma coleta de aproximadamente 3 ml de sangue venoso periférico. Após estes procedimentos iniciais todos foram submetidos a 5 min de aquecimento e 25 min de exercício resistido (ginástica localizada com ênfase em membros inferiores) com carga de 3 Kg em cada membro inferior. Imediatamente após o exercício, somente os integrantes do grupo A realizaram alongamento ativo com ênfase em MMII. Para verificação dos efeitos do exercício e do alongamento foram realizadas mais 3 dosagens de CK com intervalos de 24 horas entre elas (24, 48 e 72 h).

O trabalho teve aprovação no comitê de ética e

### Estatística

Para análise estatística utilizou-se o teste t de “student” para avaliação da igualdade ou não das médias, sendo o nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Para dados com medidas repetidas foi utilizado ANOVA e, caso necessário, teste post hoc de Tukey, ainda com nível de significância de 5%. O tratamento estatístico foi realizado em SPSS 13.0 for Windows (LEAD Technologies, 2004).

### Resultados

Os grupos apresentaram perfil homogêneo, não havendo diferença na idade, concentração basal de CK e em nenhuma das medidas antropométricas

Tabela 1 – Características dos sujeitos. Média  $\pm$  desvio padrão das características antropométricas e das concentrações iniciais de CK dos grupos e discriminadas por gênero.

	Grupo C			Grupo A		
	Total (n=17)	Homens (n=9)	Mulheres (n=8)	Total (n=19)	Homens (n=9)	Mulheres (n=10)
Idade (anos)	23 $\pm$ 4	23 $\pm$ 2	23 $\pm$ 5	22 $\pm$ 3	23 $\pm$ 4	21 $\pm$ 2
Altura (cm)	169 $\pm$ 9	175 $\pm$ 6	161 $\pm$ 4	167 $\pm$ 8	174 $\pm$ 6	161 $\pm$ 3
MCT (Kg)	71,3 $\pm$ 15,8	83,2 $\pm$ 9,7	57,8 $\pm$ 8,2	70,2 $\pm$ 14,5	78,1 $\pm$ 10,9	63,1 $\pm$ 13,9
MCM (Kg)	58,7 $\pm$ 16,2	72,5 $\pm$ 7,3	43,2 $\pm$ 4,5	55,8 $\pm$ 11,7	65,5 $\pm$ 7,4	47,1 $\pm$ 6,9
%G	18,4 $\pm$ 8,5	12,6 $\pm$ 6,8	24,9 $\pm$ 4,7	21,3 $\pm$ 6,8	15,7 $\pm$ 4,5	24,3 $\pm$ 5,9
CK (U/L)	182 $\pm$ 86	238 $\pm$ 87	126 $\pm$ 32	154 $\pm$ 79	210 $\pm$ 81	109 $\pm$ 39

pesquisa da UNIVAP, protocolo H117/CEP/2006 e os participantes assinaram voluntariamente um termo de participação no qual havia a descrição dos procedimentos a que seriam submetidos conforme a resolução nº 251, de 07/08/1997 do CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE e na resolução números 196, de 10/10/1996 que são as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos.

tricas utilizadas (Estatura, MCT, MCM, percentual de gordura) ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1).

Não houve diferença significativa nas variáveis medidas entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

Levando em conta que a concentração basal de CK inicial varia muito de sujeito para sujeito, os dados de CK foram normalizados. O grupo Alongamento apresentou um aumento de 62% da concentração basal de CK no intervalo de 24 horas após o exercício ( $p < 0,05$ ), não ocorrendo



alterações na concentração de CK no grupo Controle ( $p > 0,05$ ) como observado na Figura 1.

## Discussão

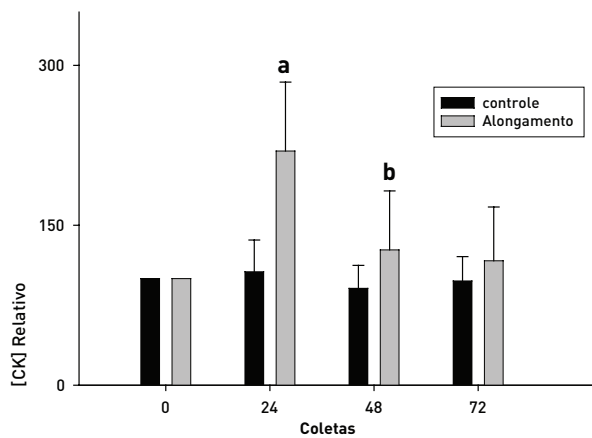


Figura 1- Variação normalizada da concentração de CK (média  $\pm$  Desvio padrão). Os valores individuais de CK foram normalizados de acordo com 0h e representados graficamente em relação ao tempo (24, 48 e 72 h). (a) diferente de 0h e diferente de do grupo C ( $p < 0,05$ ); (b) diferente de C ( $p < 0,05$ ).

Ao analisar os sujeitos do sexo masculino verifica-se que houve aumento significativo da concentração de CK 24h após o exercício no grupo A ( $p < 0,05$ ), efeito não observado nos indivíduos do gênero masculino do grupo C (figura 2). Na figura 2 pode-se observar que não houve efeito semelhante entre as mulheres ( $p > 0,05$ ).

Os dados obtidos neste trabalho demonstram que o exercício realizado pelos grupos Controle e Alongamento não foi suficiente para provocar micro-traumas no tecido músculo-esquelético a ponto de alterar significativamente a concentração sérica de CK, sendo sugerido que o tempo e a intensidade de realização do exercício

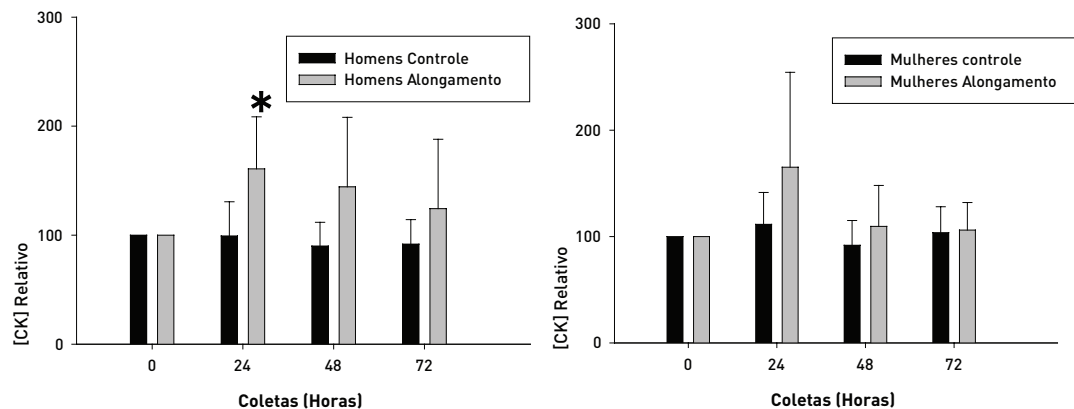


Figura 2- Comparação da variação da concentração de CK nos grupos C e A discriminados por gênero (média  $\pm$  Desvio padrão). Os valores individuais de CK foram normalizados de acordo com 0h e representados graficamente em relação ao tempo (24, 48 e 72 h). (\*) diferente de 0h e diferente de C ( $p < 0,05$ ).





foram insuficientes, uma vez que as micro-lesões induzidas pelo exercício dependem destas duas variáveis<sup>3,7</sup>.

Somente o grupo alongamento apresentou aumento da concentração de CK, em 24 horas após a realização do protocolo de exercício e alongamento, indicando um efeito indutor de micro-lesões do alongamento em músculo-esquelético, sendo este efeito relacionado ao estresse mecânico produzido pelo alongamento<sup>6,17</sup>.

Andersen<sup>1</sup> defende que o efeito protetor do alongamento contra injúrias musculares é pouco significativo. Este postulado é corroborado pelos dados do presente estudo, onde foi medido que o uso do alongamento é possível indutor de microtraumas quando utilizado de forma aguda.

Pizza et al<sup>23</sup> observaram aumento do número de neutrófilos no tecido muscular após alongamento passivo o que pode ser um importante fator de adaptação do tecido muscular, proporcionando um mecanismo protetor a longo prazo, sendo postulado que mediadores químicos, como o Fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) liberados durante o alongamento seriam os responsáveis por este fato<sup>22</sup>. Koller<sup>12</sup> aventa a possibilidade de que algumas citocinas, como o TNF- $\alpha$  influenciem a permeabilidade celular, proporcionando o extravasamento de marcadores de injúria muscular como a enzima CK. Os dados obtidos neste trabalho parecem estar relacionados com os postulados citados, uma vez que o alongamento produz estresse mecânico, o qual é capaz de provocar microlesões no tecido alongado e/ou induzir a liberação de mediadores químicos, contribuindo para um aumento no extravasamento do CK.

Os dados deste estudo demonstram que a variação da concentração sérica de CK após protocolo de exercício e alongamento é diferente entre homens e mulheres, podendo ser postuladas 3 hipóteses, (a) os homens serem mais suscep-

tíveis a este efeito por ter maior massa muscular; (b) os homens terem menor amplitude articular de que as mulheres; e (c) menor susceptibilidade das mulheres devido aos efeitos mioprotetores do estrogênio.

As diferenças nas características de flexibilidade entre homens e mulheres podem justificar a tendência à maior susceptibilidade a microtraumas após alongamento para o gênero masculino, uma vez que os homens possuem menor flexibilidade<sup>5</sup>. McHugh et al<sup>20</sup> demonstraram que indivíduos que apresentavam menor flexibilidade eram mais susceptíveis a microtraumas induzidos pelo exercício, uma vez que estes apresentavam maior concentração de CK após exercício excêntrico. Esta constatação leva ao questionamento da influência do alongamento crônico na susceptibilidade a microtraumas, uma vez que o alongamento induz modificações na elasticidade muscular<sup>15</sup>.

Diferenças dependentes do gênero na função e reparo muscular tem sido estudadas<sup>25,26,29</sup>. Amelink & Bar<sup>2</sup> observaram aumento na concentração de CK sérica após séries de exercícios em ratos machos, não sendo observado o mesmo em fêmeas. No mesmo estudo também obteve-se um aumento de CK após exercícios em fêmeas ovariectomizadas, indicando um efeito mioprotetor do estrogênio. Postula-se que o estrogênio desempenhe esta função através de uma ação antioxidante e/ou estabilizadora da membrana, tornando esta menos susceptível a danos estruturais<sup>28,29</sup>.

O alongamento após exercício resistido aumentou a concentração sérica de CK, demonstrando um efeito indutor de microtraumas e/ou da produção de citocinas no tecido músculo-esquelético, sendo os homens mais susceptíveis que as mulheres a este efeito. Mais estudos precisam ser desenvolvidos visando comparar as respostas fisiológicas do alongamento antes e após





de exercícios resistidos com os dados obtidos neste estudo.

## Agradecimentos

Aos alunos dos cursos de Fisioterapia e Educação Física que voluntariamente participaram do trabalho. Resalva-se aqui que parte dos resultados descritos foram previamente apresentados no 22º Congresso Internacional de Educação Física – FIEP/2007.

## Correspondência

Rafael Pereira  
Universidade Iguazu  
(UNIG – Campus V, Brasil)  
rafaelpaula@gmail.com

## Referências

1. Andersen JC (2005). Stretching before and after exercise: Effect on muscle soreness and injury risk. *J Athl Train.* 40(3):218–220.  
2. Amelink GJ, Bar PR (1986). Exercise-induced muscle protein leakage in the rat. Effects of hormonal manipulation. *J Neurol Sci.* 76(1): 61–8.  
3. Chargé SBP, Rudnicki MA (2004). Cellular and Molecular Regulation of Muscle Regeneration. *Physiol Rev.* 84:209–238.  
4. Coutinho EL, Gomes ARS, França CN, Oishi, J, Salvini TF (2004). Effect of passive stretching on the immobilized soleus muscle fiber morphology. *Braz J Med Biol Res.* 37:1853–1861.  
5. Dantas EHM (2005). Flexibilidade – Alongamento e flexionamento. (5 ed). Rio de Janeiro: Shape.  
6. De Deyne, PG (2001). Application of Passive Stretch and Its Implications for Muscle Fibers. *Physical Therapy.* 81: 819 – 827.  
7. Duarte JA, Mota MP, Neuparth MJ, Appel

HJ, Soares JMC (2001). Miopatia do exercício. *Anatomopatologia e fisiopatologia. Rev Port Ciên Desp.* 1(2):73–80.

8. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW (2001). The Effect of Duration of Stretching of the Hamstring Muscle Group for Increasing Range of Motion in People Aged 65 Years or Older. *Phys Therapy.* 81: 1110 – 1117.

9. Hebert RD, Gabriel M (2002). Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ.* 325:46870.

10. Hortobágyi T, Houmard J, Fraser D, Dudek R, Lambert J, Tracy J (1998). Normal forces and myofibrillar disruption after repeated eccentric exercise. *J Appl Physio.* 84:492–498.

11. Järvinen TAH, Järvinen TLN, Kääriäinen M, Kalimo H, Järvinen M (2005). Muscle Injuries – Biology and Treatment. *Am J Sports Med.* 33(5):745–763.

12. Koller A (2005). Creatine phosphokinase and muscle damage. *Med Sci Sports Exerc.* 37(1): 166.

13. Knifis FW (2005). Alongamento, Flexionamento e Flexibilidade: Uma abordagem conceitual. *Atualidades em Fisiologia e Bioquímica do Exercício.* 1(1):37–39.

14. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T (2001). Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* 90: 520.

15. Laroche DP, Connolly DAJ (2006). Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am. J. Sports Med.* 34:1000 – 1007.

16. Macauley D, Best TM (2002) Reducing risk of injury due to exercise: stretching before exercise does not help. *BMJ.* 325:451–2.

17. Macpherson PCD, Schork MA, Faulkner JA (1996) Contraction-induced injury to single





**Efeito do alongamento pós exercício na concentração sérica de creatina kinase (ck) de homens e mulheres**  
Rafael Pereira, Adriana Brust, Juliano Gomes Barreto e Marco Machado

fiber segments from fast and slow muscles of rats by single stretches. *Am J Physiol.* 271(Complement):C1438–C1446.

18. Magaúda L, Di Mauro D, Trimarchi F, Anastasi G (2004). Effects of physical exercise on skeletal muscle fiber: ultrastructural and molecular aspects. *Basic Applied Myology.* 14(1):17–21.

19. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, Fitz KA, Culbertson JY (2005). Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. *J Athl Train.* 40(2): 94–103.

20. Mchugh MP, Connolly DAJ, Eston RG, Kremenec IJ, Nicholas SJ, Gleim GW (1999) The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *Am J Sports Med.* 27:594–599.

21. Michele DE, Campbell KP (2003). Dystrophin–Glycoprotein Complex: Post-translational Processing and Dystroglycan Function. *J Biol Chem.* 278(18):15457–15460.

22. Peterson JM, Feeback KD, Baas JH, Pizza FX (2006). Tumor necrosis factor- $\alpha$  promotes the accumulation of neutrophils and macrophages in skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 101:1394 – 1399.

23. Pizza FX, Koh TJ, McGregor SJ, Brooks SV (2002). Muscle inflammatory cells after passive stretches, isometric contractions, and lengthening contractions. *J Appl Physiol.* 92: 1873–1878.

24. Serrão FV, Foerster B, Spada S, Morales MMB, Monteiro-Pedro V, Tannús A, Salvini TF (2003) Functional changes of human quadriceps muscle injured by eccentric exercise. *Braz J Med Biol Res.* 36: 781–786.

25. Shumate JB, Brooke MH, Carroll JE, Davis JE (1979). Increased serum creatine kinase after exercise A sex-linked phenomenon. *Neurology.* 29: 902.

26. Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois JM, Hogben C, Tarnopolsky MA (2000)

Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *J Appl Physiol.* 89: 2325–2332.

27. Stupka N, Tarnopolsky MA, Yardley NJ, Phillips SM (2001). Cellular adaptation to repeated eccentric exercise-induced muscle damage. *J Appl Physiol.* 91: 1669–1678.

28. Tiidus PM (1995). Can estrogens diminish exercise induced muscle damage? *Can J Appl Physiol.* 20(1): 26–38.

29. Tiidus PM (2005). Can oestrogen influence skeletal muscle damage, inflammation, and repair? *Br. J. Sports Méd.* 39: 251 – 253.

