

**Artigo original**

# Efeito agudo do alongamento estático sobre os marcadores bioquímicos de estresse muscular em treinamento de força

## *Acute effect of static stretching on biochemical markers of muscular stress in strength training*

Sandro de Santana Andrade\*, Paulo Eduardo Carnaval Pereira da Rocha\*\*, Cleide Domingues Coelho\*\*\*, Ronald Bastos Freire\*\*\*\*, Rodrigo Gomes de Souza Vale\*\*\*\*\*, Danielli Braga de Mello\*\*\*\*\*, Estelio Henrique Martin Dantas\*\*\*\*\*

.....

\*Mestre em Ciência da Motricidade Humana, UCB-RJ (LABIMH), \*\*Docente da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), \*\*\*Doutoranda em Ciências Veterinárias (UFRRJ), \*\*\*\*Docente da UFRRJ, \*\*\*\*\*Pesquisador do Laboratório de Biociência da Motricidade Humana (LABIMH), \*\*\*\*\*Escola de Educação Física do Exército, \*\*\*\*\*Universidade Castelo Branco-RJ, Coordenador do Laboratório de Biociência da Motricidade Humana (LABIMH)

### Resumo

**Introdução:** O alongamento estático faz parte da rotina de aquecimento prévio ao treinamento de força, com o objetivo de melhorar o desempenho e prevenir lesões. **Objetivo:** o presente estudo teve como objetivo verificar o efeito agudo do aquecimento através do alongamento estático nos marcadores bioquímicos creatina quinase (CK) e desidrogenase láctica (LDH) no treinamento de força em circuito em adultos jovens. **Materiais e métodos:** Foi utilizada uma pesquisa do tipo quase experimental. Participaram do estudo 37 indivíduos voluntários divididos em dois grupos: grupo experimental (GE, n = 22) que realizou alongamento estático precedente ao treinamento de força em circuito e o grupo controle (GC, n = 15) que realizou o treinamento de força em circuito sem aquecimento prévio. Para análise dos marcadores bioquímicos de estresse no tecido muscular foi retirada uma amostra sanguínea através de punção venosa em ambos os braços alternadamente. Todas as coletas sanguíneas foram realizadas entre oito e dez da manhã, para a avaliação da CK total e LDH, através de um método UV otimizado a 37°C. Este procedimento ocorreu antes e após a realização do treinamento. A intervenção foi realizada em duas etapas: em um primeiro momento foi realizado o alongamento estático e imediatamente após o treinamento de força em circuito com três séries de passagem. **Resultados:** Os resultados deste estudo indicam haver diferença significativa ( $\Delta\% = -0,55$ ;  $p = 0,01$ ) quando se utiliza o alongamento na LDH, enquanto que na CK não houve diferença significativa ( $\Delta\% = -10,69$ ;  $p = 0,29$ ). **Conclusão:** Os resultados demonstram que o alongamento estático pode ser utilizado para minimizar os efeitos lesivos e melhorar os efeitos profiláticos no tecido muscular.

**Palavras-chave:** exercícios de alongamento muscular, creatina quinase, lactato desidrogenase e treinamento de resistência.

### Abstract

**Introduction:** Static stretching is part of the routine heating prior to strength training, in order to improve performance and prevent injuries. **Objective:** This study aimed at determining the acute effect of heating by static stretching of the biochemical markers creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) in the strength training circuit in young adults. **Materials and methods:** We used a survey of half-experimental. The study included 37 volunteers divided into two groups: experimental group (EG n = 22) who performed static stretching preceding the strength training circuit and the control group (CG n = 15) who performed strength training circuit without warm up with. For analysis of biochemical markers of stress in the muscle tissue was removed a blood sample from venipuncture in both arms alternately. All blood samples were taken between eight and ten in the morning, were removed for assessment of total CK and LDH by an optimized UV method at 37°C. This procedure took place before and after the completion of training. The intervention was conducted in two stages: at first was performed static stretching and immediately after strength training circuit with three sets of passage. **Results:** The results of this study indicate no significant difference ( $\Delta = -0,55\%$ ,  $p = 0.01$ ) when using the stretch in LDH, while the CK was no significant difference ( $\Delta = -10,69\%$ ,  $p = 0.29$ ). **Conclusion:** The results show that static stretching can be used to minimize the harmful effects or improve the prophylaxis of muscle tissue injuries.

**Key-words:** muscle stretching exercises, creatine kinase, lactate dehydrogenase and resistance training.

Recebido em 22 de outubro de 2009; aceito em 30 de junho de 2010.

**Endereço para correspondência:** Sandro de Santana Andrade, Rua Francisco Motta 850, casa 52, Campo Grande 23013-630 Rio de Janeiro RJ, E-mail: sandro.santana1000@gmail.com

## Introdução

O alongamento é tradicionalmente utilizado como parte de um aquecimento para aumentar a flexibilidade ou amplitude de movimento sobre a articulação em uma tentativa de promover melhor desempenho e/ou reduzir o risco de lesão [1].

Fisiologicamente, o aquecimento melhora o fluxo sanguíneo para os músculos, aumenta a velocidade de propagação do impulso nervoso, incrementa os substratos energéticos transportados para os músculos ativados e remove seus derivados. Essas transformações preparam o corpo para os exercícios acelerando o metabolismo na fibra muscular ao mesmo tempo em que aumenta a eficiência mecânica e o arco de movimento assim como melhora a aceleração e a força da contração muscular [2].

Exercícios de alongamento são frequentemente utilizados antes do treinamento de força [3]. Dentre os diferentes métodos utilizados na prescrição de exercícios contra resistidos, podemos citar o treinamento de força em circuito que é uma opção bastante utilizada [4]. O circuito é um método de treinamento físico que não treina especificamente uma capacidade física em seu grau máximo e, sim, apresenta uma característica generalizada, mostrando resultados tanto na preparação cardiorrespiratória como a neuromuscular [5].

Atividades que promovem estresse no tecido muscular, como o treinamento de força altera o nível sérico dos marcadores indiretos de dano muscular como a desidrogenase láctica (LDH) e a creatina quinase (CK) [6], que tem seus níveis aumentados em decorrência de ativação neuromuscular.

Assim como a CK, a LDH apresenta grande variabilidade devido a muitos fatores como: idade tanto em valores absolutos como relativos, composição corporal, drogas e esteróides anabólicos [7], nível de atividade física [8] tipo do esporte [9] e tipo de grupamento muscular utilizado [10].

A CK também tem sido utilizada como um marcador indireto de dano ao tecido muscular mais utilizado em pesquisa sendo utilizado em exercícios de força e ou outros exercícios que exijam ações predominantemente excêntricas [11-16], indicando o grau de adaptação metabólica do músculo esquelético ao treinamento físico [7].

Os níveis da CK tendem a aumentar devido ao tipo de contração [17], para o autor o exercício físico promove aumento dos níveis da CK e outros marcadores bioquímicos após exercício excêntrico.

No músculo esquelético, o aumento nos níveis séricos CK é indicativo de dano muscular devido à doença ou a alteração da condição fisiológica quando é realizada em indivíduos saudáveis [18], sendo um excelente indicador bruto de dano à fibra muscular, mas não revelando qual a magnitude da mesma [15,16]. Um aumento dos níveis séricos dessa enzima pode representar índice de necrose celular dos tecidos musculares em efeito agudo e crônico [7].

Baseado nisto, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito agudo do alongamento estático sobre os marcadores

bioquímicos de estresse muscular em indivíduos submetidos ao treinamento de força.

## Material e métodos

Foi utilizada uma pesquisa quase experimental [18], onde participaram do estudo 37 (trinta e sete) indivíduos do sexo masculino com idade entre 18 e 25 anos praticantes do treinamento de força, sendo subdividido em dois grupos: GE (grupo experimental) - que realizou alongamento estático precedente ao treinamento de força em circuito com  $n = 22$ ; GC (grupo controle) - que realizou o treinamento de força em circuito sem aquecimento prévio com  $n = 15$ . Todos aparentemente saudáveis [19], voluntários na participação da pesquisa e submetidos ao questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q), anamnese e avaliação antropométrica.

Este estudo considerou e aplicou a Resolução 196/96, de 10 de outubro de 1996 e a convenção de Helsinki (WMA) [20] que regulamentam as precauções éticas concernentes às pesquisas envolvendo seres humanos. O mesmo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UCB com o protocolo de número 0190/2008.

Para análise dos marcadores bioquímicos de estresse no tecido muscular foi retirada uma amostra sanguínea através de punção venosa em ambos os braços alternadamente. Foram retirados 5 ml de sangue venoso de uma veia antecubital, utilizando tubo de coleta a vácuo, com agulhas para coleta múltipla. Todas as coletas sanguíneas foram realizadas entre oito e dez da manhã. Após a retirada da amostra sanguínea, o sangue foi centrifugado a 3000 rpm durante 5 minutos, foi retirado o plasma para a avaliação da CK total e LDH, através de um método UV otimizado a 37°C. Este procedimento ocorreu antes e após a realização do treinamento de força.

Foi especificado que os indivíduos não praticassem atividades físicas vigorosas e ingerissem bebida alcoólica 48 horas precedentes ao teste e que fosse feito um jejum de 12 horas.

O treinamento foi realizado em duas etapas: em um primeiro momento foi realizado o alongamento estático e imediatamente após o treinamento de força em circuito.

No alongamento estático foram utilizados os movimentos: flexão horizontal de ombro, extensão horizontal de ombro e adução posterior de ombro.

Para controle da intensidade do esforço aplicado durante alongamento estático foi utilizada a Escala de Esforço Percibido - PERFLEX [21].

O grupo de alongamento (GA) realizou o treinamento experimental em duplas através de três séries de exercícios de alongamento passivo até o limite natural do arco de movimento sem gerar qualquer desconforto e com o tempo de duração de permanência no movimento de 6 segundos [22]. A intensidade de esforço atingiu a faixa de forçamento, entre níveis 31 e 60 do PERFLEX ( $X = 48,7 \pm 5,8$ ), caracterizando a intensidade submáxima. Os resultados foram calculados pela média final de todas as médias diárias de intervenção.

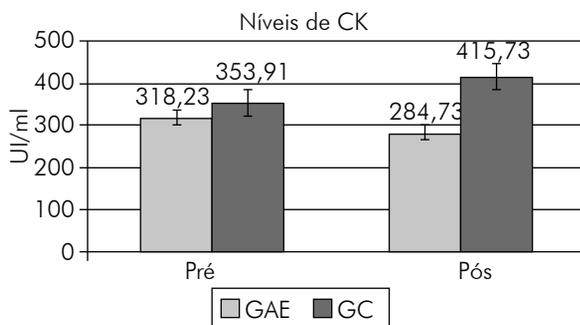
O treinamento de força foi realizado através do método em circuito, em três séries, com intervalo de dois minutos. Para o número máximo de repetições possíveis foi determinada a execução até a falha concêntrica. Foram utilizados os seguintes exercícios: supino reto, puxada pela frente, tríceps no pulley e rosca bíceps no pulley baixo.

Foram utilizadas técnicas de estatística descritiva através de média e desvio padrão. Para análise da normalidade, homogeneidade de variância foi utilizado o teste de Shapiro Wilk e Levene respectivamente. Para estatística inferencial foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis e Mann-Whitney para análise da diferença entre os grupos. Foi utilizado o nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ).

## Resultados

Na Figura 1 estão apresentados os valores dos níveis de creatina quinase em UI/ml pré e pós-teste, relacionados ao aquecimento através do alongamento estático antes do treinamento de força em adultos jovens.

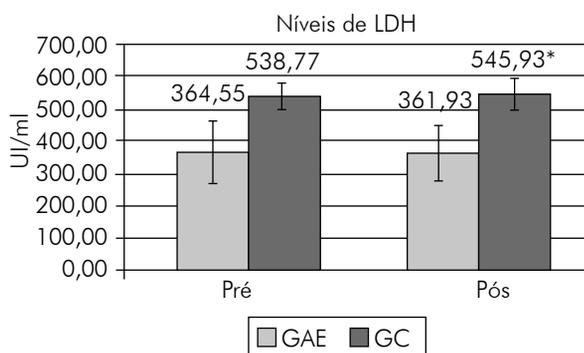
**Figura 1** - Níveis de CK pré e pós-teste.



Não houve diferença significativa nos resultados pré e pós-intervenção alongamento estático nem no GC conforme pode ser visualizado na figura acima.

Na Figura 2 estão apresentados os valores dos níveis de desidrogenase láctica em UI/ml pré e pós-teste, relacionados ao aquecimento através do alongamento estático antes do treinamento de força em adultos jovens.

**Figura 2** - Níveis de LDH pré e pós-teste.



\* $p < 0,05$

O GE não apresentou diferença significativa em relação ao GC no marcador bioquímico creatina quinase ( $p = 0,29$ ). Enquanto que o marcador bioquímico desidrogenase láctica apresentou diferença significativa no pós-teste ( $p < 0,05$ ) como é demonstrado na Figura 2.

## Discussão

Foram encontradas diferenças significativas referentes à influência do tipo de aquecimento no marcador bioquímico desidrogenase láctica, enquanto que no marcador creatina quinase não foram encontradas diferenças significativas.

Os níveis séricos pós-esforço tiveram seus níveis elevados, o que corrobora com estudo que teve como objetivo avaliar a CK nos atletas de ultramaratona de 200 quilômetros, e observaram o aumento nos níveis de CK [23]. Em outro estudo, em uma comparação de dois modelos de ações excêntricas, a corrida em plano declinado e o treinamento de força em contrações excêntricas, a concentração sérica de CK não alterou significativamente quando os indivíduos foram submetidos à corrida no plano declinado [24].

Observou-se o dano muscular induzido por ações concêntricas e excêntricas, com um protocolo de 3 séries de 12 repetições a 80% de uma repetição máxima (1RM). Foi constatado que 48 horas após a execução do exercício, o nível sérico da CK aumentou, constatando que o treinamento de força com contrações concêntricas e excêntricas provocam lesões no tecido muscular [13].

Os níveis séricos se modificam em diferentes protocolos e intensidades de treinamento [23], no entanto, há aumento de indicadores de lesão no tecido muscular após sessões de treinamento de força [24].

Imersões em água fria com o objetivo de minimizar a alteração no nível sérico de CK e conseqüentemente a lesão muscular não promoveu nenhuma melhoria [25]. Porém, ações excêntricas de alta velocidade, promovem elevações nos marcadores bioquímicos de estresse muscular e conseqüentemente maiores danos musculares [26].

A diferença na magnitude da lesão muscular entre os exercícios excêntricos dos flexores do cotovelo (FC) e extensores de joelho (EJ) com doze sedentários voluntários do sexo masculino, avaliou a atividade da creatina quinase (CK) antes e imediatamente depois, e no dia 1, 2, 3 e 7 dias após o exercício. Seus resultados demonstraram que a magnitude de lesão muscular é maior e a recuperação é mais lenta após o exercício excêntrico máximo dos flexores de cotovelo do que nos extensores de joelho em homens sedentários [27].

## Conclusão

De acordo com os resultados obtidos no estudo, concluiu-se que o aquecimento através do alongamento estático previamente ao treinamento de força promove menor alteração

nos níveis séricos de desidrogenase láctica, indicando uma prevenção a lesões no tecido muscular.

Sugere-se, então, que alongamentos estáticos com intensidade submáxima sejam feitos previamente ao treinamento de força para minimizar os efeitos lesivos do tecido muscular, bem como a sua utilização em tratamentos que visem à profilaxia e a reabilitação do indivíduo.

## Referências

1. Marek SM, Craemer JT, Fincher AL, Massey LL, Danglemeier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train* 2005;40(2):94-103.
2. Thacker S B, Gilchrist J, Stroup D F, Kimsey D J. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:371-8.
3. Winett RA, Carpinelli RN. Potential health-related benefits of resistance training. *Prev Med* 2001;33(5):503-13.
4. Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD, Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3a ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.
5. Tubino MJG, Moreira SB. Metodologia científica do treinamento desportivo. 13a ed. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
6. Rosene J, Matthews T, Ryan C, Belmore K, Bergsten A, Blaisdell J, et al. Short and long-term effects of creatine supplementation on exercise induced muscle damage. *Journal of Sports Science and Medicine* 2009;8:89-96.
7. Brancaccio P, Maffulli N, Limoginelli MF. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull* 2007;81:209-30.
8. Brown SJ. The role of eccentric exercise duration in experimental Esqueletal muscle damage in man. *J Physiol* 1995;489:149.
9. Tesch PA, Dudley GA, Duvoisin MR, Hather BM, Harris RT. Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions. *Acta Physiol Scand* 1990;138:263-71.
10. Jamurtas AZ, Teocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, et al. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *Eur J Appl Physiol* 2005;95:179-85.
11. Evans RK, Knight KL, Draper DO, Parcell AC. Effects of warm-up before eccentric exercise on indirect markers of muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1892-9.
12. Nosaka K, Newton M. Repeated eccentric bouts do not exacerbate muscle damage and repair. *J Strength Cond Res* 2002;16:117-22.
13. Smith LL, Fulmer MA, Holbert D, McCammom MA, Houmard JA, Frazer D, et al. The impact of repeated bout of eccentric exercise on muscular strength, muscle soreness and creatine kinase. *Br J Sports Med* 1994;28:267-71.
14. Friden J, Lieber RL. Segmental muscle fiber lesions after repetitive eccentric contractions. *Cell Tissue Res* 1998;93:165-71.
15. Serrão FV, Serrão PR, Foester B, Tnnnús A, Pedro V M, Salvini T F. Assessment of the quadriceps femoral muscle in women after injury induced by maximal eccentric isokinetic exercise with low angular speed. *Journal of Sport Science and Medicine* 2007;6:106-16.
16. Foschini D, Prestes J, Charro MA. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Rev Bras Cineatropom Desempenho Hum* 2007;9(1):101-6.
17. Barbosa TM, Magalhães PM, Lopes VP, Neuparth M, Duarte JA. Comparação da variação da atividade neuromuscular, da creatina quinase e da força isométrica máxima voluntária entre protocolos exaustivos e inabituais. *Revista Portuguesa* 2003; 3(1):7-15.
18. ACSM. Diretrizes do ACSM para os testes de esforços e sua prescrição, benefícios da atividade física regular e/ou do exercício. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
19. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. Método de pesquisa em atividade física. 5a ed. Porto Alegre: Artmed; 2007.
20. World Medical Association. Declaration of Helsinki. Ethical principles for medical research involving subjects. Seoul: 59th WMA General Assembly; 2008.
21. Dantas EHM, Salomão PT, Vale RGS, Achour Júnior A, Simão R, Figueiredo NMA. Escala de esforço percebido na flexibilidade (PERFLEX): um instrumento adimensional para se avaliar a intensidade? *Fitness Performance Journal* 2008; 7(5):289-94.
22. Dantas EHM. Alongamento e flexionamento. 5ª ed. Rio de Janeiro: Shape; 2005.
23. Kim HJ, Lee YH, Kim CK. Biomarkers of muscle and cartilage damage and inflammation during a 200 km run. *Eur J Appl Physiol* 2007;99:443-7.
24. Clarkson PM, Hubal MJ. Are women less susceptible to exercise-induced muscle damage? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2001;4:527-31.
25. Goodall S, Glyn H. The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. *Journal of Sports Science and Medicine* 2008;7:235-41.
26. Farthing JPE, Chilibeck PD. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:578-86.
27. Saka T, Akova B, Yazici Z, Sekir U, Ozard Y. Difference in the magnitude of muscle damage between elbow flexors and knee extensors eccentric exercises. *Journal of Sports Science and Medicine* 2009;8:107-15.