

## A INFLUÊNCIA DE UM PROGRAMA DE ALONGAMENTO NA RAZÃO DE TORQUE ENTRE FLEXORES E EXTENSORES DE JOELHO

G. A. Gerken<sup>1, 2</sup>, F. Keese<sup>2</sup>, L. O. Fernandes<sup>1</sup>

1- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

2- Escola de Educação Física do Exército, Rio de Janeiro, Brasil

e-mail: gerkeng@ig.com.br

**Resumo:** As demandas impostas a articulação do joelho pela prática da atividade física podem resultar em adaptações musculares que são capazes de gerar desequilíbrios de força entre flexores e extensores e predispor o indivíduo a lesões. Diferentes métodos de treinamento têm sido propostos para correção destes desequilíbrios, destacando-se o treinamento de força em equipamento isocinético ou isotônico. Embora haja indícios que o treinamento de alongamento produza um moderado acréscimo do torque, não foram encontrados trabalhos que se propusessem verificar de que forma esta atividade poderia influenciar no equilíbrio de torques no joelho. Portanto, este trabalho teve por finalidade, verificar a influência de um programa de alongamento na razão de torque flexor e extensor de joelho. Participaram do estudo 30 sujeitos, divididos em dois grupos: controle, que não realizou qualquer tipo de alongamento; e Alongamento que realizou quatro sessões semanais de 30 segundos de alongamento estático ativo para nove grupos musculares, durante 10 semanas. O torque muscular foi obtido através da realização de cinco repetições máximas realizada em equipamento isocinético. Os resultados demonstraram haver um aumento significativo somente no torque dos flexores e extensores do membro não dominante, além de não ter havido diferença significativa na razão de torque entre flexores e extensores dos dois membros. Portanto, um programa crônico de alongamento não foi suficiente para alterar a razão de torque entre flexores e extensores de joelho.

**Palavras-chave:** Razão de torque, alongamento estático, exercício isocinético.

**Abstract:** *The demands imposed on the knee joint through physical activity can result in muscle adaptations that are capable of generating imbalances of power between flexors and extensors and for the individual predisposition to injury. Different methods of training have been proposed to correct these imbalances, emphasizing strength training in isotonic or isokinetic equipment. Although there is evidence that training stretching produces a moderate increase in torque, not research that would be willing to verify how this activity could influence the balance of torques on the knee were found. Therefore, this study aimed to verify the influence*

*of a stretching program in the ratio of flexor and extensor knee torque. The study included 30 subjects divided into two groups: control, which performed no type stretching; Stretching and that held four weekly sessions of 30 seconds of active static stretching for nine muscle groups for 10 weeks. The muscle torque was obtained by performing repetitions performed five maximal isokinetic equipment. The results showed a significant increase only in the torque of the flexors and extensors of the nondominant limb, and there was no significant difference in the torque ratio between flexors and extensors of the two members. Therefore, a chronic stretching program was not enough to change the ratio of torque between flexors and knee extensors.*

**Keywords:** *Torque, stretching, ration haminstring quadricps.*

### Introdução

No joelho, a razão de torque entre os grupamentos musculares flexores e extensores deve ficar em torno de 60%, valor normalmente utilizado para referenciar a integridade de sua função muscular [1]. Em um estudo realizado com jogadores de futebol das principais ligas da Bélgica, Brasil e França, foram realizados testes em dinamômetro isocinético com o objetivo de verificar o equilíbrio de torque entre a musculatura flexora e extensora de joelho. Os resultados demonstraram que os jogadores que obtiveram escores diferentes das referências normativas apresentaram significativo aumento do risco de lesão durante a temporada [2].

Diferentes métodos de treinamento têm sido propostos para correção destes desequilíbrios, dentre os quais se destaca o treinamento de força em equipamento isocinético ou isotônico [3]. Embora a realização de um programa de alongamento crônico tenha demonstrado ser capaz de influenciar positivamente na geração de torque [4], poucos estudos se dedicaram a verificar qual efeito este método produziria na razão de torque entre grupos musculares antagonistas.

Portanto, este trabalho teve por finalidade, verificar a influência de um programa de alongamento na razão de torque entre flexores e extensores de joelho.

## Materiais e Métodos

Trinta indivíduos saudáveis, do sexo masculino e ativos fisicamente foram divididos em dois grupos: Alongamento – GA (N = 17;  $19,32 \pm 1,71$  anos;  $71,56 \pm 9,43$  kg;  $1,77 \pm 0,37$  m) e Controle – GC (N = 13;  $19,72 \pm 1,32$  anos;  $72,23 \pm 8,21$  kg;  $1,76 \pm 0,48$  m). O recrutamento foi realizado de forma aleatória, entre os indivíduos que se voluntariaram. Os critérios de exclusão do estudo foram a presença de qualquer desordem músculo-esquelética nos membros inferiores (MI), doenças neurológicas ou cardiovasculares prévias ou observadas e relatadas durante a pesquisa. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi encaminhado para leitura e assinatura de concordância. O protocolo de aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa foi o número 023/11.

O estudo se desenvolveu em 3 etapas, na primeira os sujeitos realizaram os testes iniciais, que consistiu de um aquecimento de 5 minutos em bicicleta ergométrica, na potência constante de 100 Watts, ao final do aquecimento, eles eram posicionados no equipamento isocinético Biodex System 4® (Biodex Medical Systems, Shirley, NY, EUA). A cadeira do dinamômetro foi fixada com 85° de flexão de quadril, o eixo articular do joelho foi alinhado com o eixo de rotação do aparelho e o adaptador para joelho do dinamômetro foi posicionado a 4 cm acima do maléolo lateral. A amplitude de movimento foi limitada de acordo com o grau de conforto do sujeito, não ultrapassando os limites de 0° a 90° de flexão e extensão. Todos os valores dos ajustes individuais do equipamento foram anotados para utilização no pós-teste. Antes do início dos testes, os indivíduos realizaram 10 repetições na velocidade de 240°/s para familiarização com o equipamento, após a familiarização, dava-se início ao teste. Este consistiu de cinco repetições máximas na velocidade de 60°/s, no modo isocinético concêntrico/concêntrico com intervalo de 90 s para cada MI. Todos foram estimulados verbalmente para que executasse cada repetição com o máximo empenho. Os valores extraídos do teste serviram para verificar o pico de torque dos flexores e extensores e sua razão no pré e pós-teste. Na segunda etapa foi realizado o programa de alongamento, que consistiu de quatro sessões semanais de alongamento estático ativo durante 10 semanas. As séries tinham duração de 30 s com intervalos de igual duração para nove grupos musculares. Durante todas as sessões os sujeitos foram assistidos por um examinador graduado em educação física. Para o controle da intensidade foi respeitado o limite fisiológico reportado pelos indivíduos, que foi padronizado como sendo o limite suportável da dor [5]. Na terceira etapa foram realizados os testes finais, que consistia na execução do mesmo protocolo da primeira etapa.

Foi realizada uma análise estatística descritiva com média e desvio padrão da idade, peso e altura. A fim de verificar as possíveis diferenças dos resultados obtidos em cada variável nas diferentes fases de coletas (pré e pós), para ambos os grupos, foram conduzidas

ANOVA 2 x 2, seguidas do teste *post-hoc* de Fisher. Em todos os tratamentos, foi adotado um nível de segurança de  $p < 0,05$ . Os dados foram analisados no *software* Estatística 7.0 (Statsoft®, Tulsa, OK, EUA)

## Resultados

A figura 1 mostra os resultados do pré e pós-teste para o pico de torque dos extensores do GA e GC, enquanto que a figura 2 exibe os resultados de pico de torque dos flexores para os mesmos grupos. Houve aumento significativo no pós-teste apenas para o pico de torque dos flexores e extensores do GA e no MI não dominante ( $p < 0,05$ ). A figura 3 mostra a razão de torque entre agonista e antagonistas na articulação do joelho. Não houve diferença significativa do pré para o pós-teste ( $p > 0,05$ ).

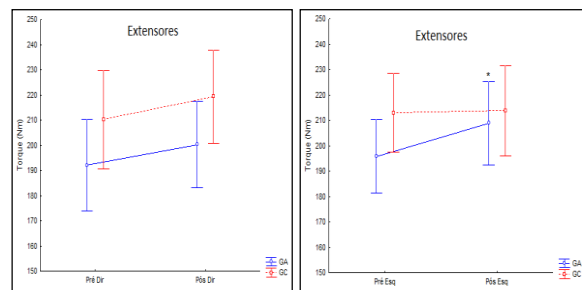


Figura 1: pico de torque dos extensores do GA e GC pré e pós-teste.

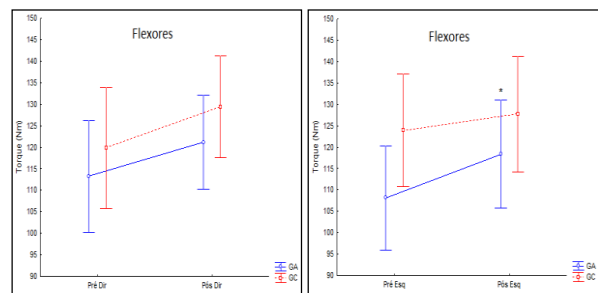


Figura 2: pico de torque dos flexores do GA e GC pré e pós-teste.

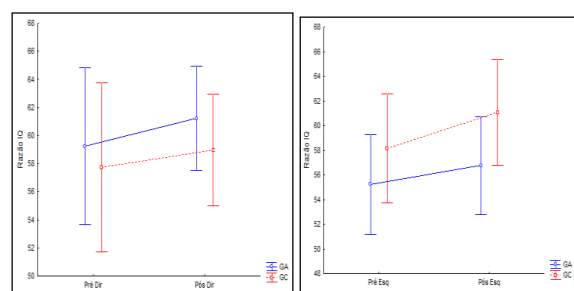


Figura 3: razão de torque entre agonista e antagonista de joelho do GA e GC no pré e pós-teste.

## Discussão

Mesmo com ampla aceitação e inserção em diversos programas de treinamento físico, existem poucas pesquisas que relatem os efeitos derivados de um programa de alongamento além de sua atestada eficiência para aumentar a amplitude de movimento. Neste estudo, os valores médios de pico de torque de flexores e extensores de joelho, bem como sua razão foram testadas antes e após a execução de um programa de alongamento estático ativo. Os resultados encontrados nos testes iniciais ficaram próximos aos padrões de normalidade publicados em estudos normativos para amostras com características semelhantes [6]. Quando se analisa os resultados obtidos no pós-teste, verifica-se que estudos que executaram programas extensos de alongamento (mais de oito semanas), semelhante ao deste estudo, obtiveram uma influência positiva para produção de torque [7]. Kokkonen *et al.* (2007) conseguiram melhorar 15,3% e 32,4% do torque de extensão e flexão de joelhos, respectivamente, após a realização de três sessões semanais de alongamento estático ativo durante 10 semanas. Porém, programas mais curtos (até quatro semanas), também se mostraram eficientes para aumentar produção de torque, quando o tempo de execução do exercício era mantida por um longo período. Neste sentido, quatro semanas de alongamento estático passivo com quatro séries de 135 s para musculatura do tríceps sural foi suficiente para aumentar significativamente o torque isométrico dos flexores plantares, em adultos jovens [8]. Portanto, a manipulação das variáveis de volume e intensidade do treinamento físico podem estar intimamente ligadas aos resultados positivos na produção de torque.

Embora este estudo não tenha sido desenhado para investigar os mecanismos responsáveis por este aumento, pesquisa realizada em animais demonstraram que o alongamento estático passivo executado três vezes por semana, durante quatro semanas, foi eficaz para aumentar significativamente a massa muscular, a área e o comprimento da fibra [9], sugerindo que modificações estruturais na arquitetura da musculatura poderia ser responsável por sua adaptação funcional. Outra explicação também encontrada em estudo realizado em animais foi o aumento da proliferação de mioblastos, possibilitando acréscimo no número de sarcômeros em série. Neste sentido, Day *et al.* (1997) realizaram o alongamento estático passivo em coelhos que tiveram sua musculatura alongada intensamente por 10 dias. Os resultados comprovaram o aumento de mioblastos fruto deste protocolo [10]. Neste trabalho, o aumento significativo de torque foi encontrado somente no MI não dominante. Entretanto, não foi possível encontrar outros estudos que especificassem em seus resultados em qual dos MI este acréscimo ocorreu, tornando difícil a busca por uma correlação entre a dominância.

## Conclusão

Embora a execução de um programa de alongamento crônico de 10 semanas tenha aumentado significativamente o torque dos flexores e extensores do MI não dominante, este programa não foi suficiente para causar alterações significativas na razão de torque entre flexores e extensores de joelho.

## Agradecimentos

Agradecimentos a Escola de Educação Física do Exército, Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército e Programa de Pós Graduação Stricto Sensu da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

## Referências

- [1] Devan MR, Pescatello LS, Faghri P, Anderson J. A Prospective Study of Overuse knee Injuries Among Female Athletes With Muscle Imbalances and Structural Abnormalities. *Journal Athletic Training*. 2004; 39(3):263-7.
- [2] Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret, JM. Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2008; 36(8): 1469-1475.
- [3] Dorgo S, Edupuganti P, Smith DR, Ortiz M. Comparison of Lower Body Specific Resistance Training on the Hamstring to Quadriceps Strength Ratios in Men and Women. *Research quarterly for Exercise and Sport*. 2012; 83(2): 143-151.
- [4] Kokkonen J, Nelson AG, Eldredge C, Winchester JB. Chronic Static Stretching Improves Exercise Performance. *Medicine Science Sports Exercise*. 2007; 39 (18):25-31.
- [5] Davis D, Ashby P, McCale k. The Effectiveness of 3 Stretching Techniques on Hamstring Flexibility Using Consistent Stretching Parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2005; 19(1): 27-32.
- [6] Dvir z. *Isocinética: Avaliações Musculares, Interpretações e Aplicações Clínicas*. 1ª ed, Barueri: Manole. 2002.
- [7] Batista L, Camargo P, Oishi J. Efeitos do Alongamento Ativo Excêntrico dos Músculos Flexores do Joelho na Amplitude de Movimento e Torque. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2008; 12(3): 176-82.
- [8] Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, Walter A, Hoge K, M, Cramer JT. The Effects of Chronic Stretch Training on Muscle Strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011; 25, S4-S5.

- [9] Coutinho EL, Gomes ARS, França CN, Oishi J, Salvini T F. Effect of Passive Stretching on the Immobilized Soleus Muscle Fiber Morphology. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2004; 37(12): 1853-1861.
- [10] Day CS, Moreland M S, Floyd S. S, Huard J. Limb Lengthening Promotes Muscle Growth. *Journal of Orthopaedic Research*. 1997; 15(2): 227-234.