

## EFEITO AGUDO DO ALONGAMENTO ESTÁTICO SOBRE O DESEMPENHO E ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DA MUSCULATURA ANTAGONISTA

### ACUTE EFFECT OF STATIC STRETCHING ON THE PERFORMANCE AND ELECTROMYOGRAPHIC ACTIVITIES OF THE ANTAGONIST MUSCLES

Eurico Peixoto César<sup>1</sup> e Tamara Karina da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Barbacena-MG, Brasil.

<sup>2</sup>Centro Universitário Presidente Antônio Carlos, Barbacena-MG, Brasil.

#### RESUMO

O objetivo foi verificar o efeito agudo do alongamento estático (AE) dos músculos Ísquiotibiais sobre o desempenho da força e ativação mioelétrica (EMG<sub>RMS</sub>) da musculatura antagonista. Doze homens (20,28 ± 1,50 anos; 83,35 ± 17,86 Kg; 177,28 ± 9,64 cm) experientes em treinamento de força foram divididos aleatoriamente nos grupos AE e controle (GC). No AE foram realizadas três repetições de 30s de alongamento estático nos Ísquiotibiais e em seguida foi medida a amplitude de movimento (ADM). Logo após, foi medido o desempenho da força e EMG<sub>RMS</sub> dos músculos vasto lateral (VL) e vasto medial (VM) durante o teste de 10-RM na cadeira extensora. A ANOVA de duas entradas encontrou diferença significativa na ADM no efeito principal tempo (P = 0,019), quanto para interação grupo x tempo (P = 0,023), com aumento significativo na ADM após o alongamento (P = 0,013). O número de repetições do AL aumentou significativamente (P = 0,014; 16%) em relação ao GC. Não houve mudança significativa no EMG<sub>RMS</sub> de nenhum dos músculos testados. O emprego do alongamento estático pode melhorar o desempenho da força na musculatura antagonista.

**Palavras-chave:** Exercícios de alongamento muscular. Eletromiografia. Força muscular.

#### ABSTRACT

The present study aimed to verify the acute effect of static stretching (SS) of the hamstrings muscles on the mioelectric activation (EMG<sub>RMS</sub>) and strength performance of the antagonist muscle. Twelve men (20.28 ± 1.50 years, 83.35 ± 17.86 kg, 177.28 ± 9.64 cm) experienced in strength training were randomly divided into SS and control groups (GC). For the SS, three repetitions of 30s of static stretching were performed on the hamstrings and then the range of motion (ROM) was assessed. Subsequently, the strength performance and EMG<sub>RMS</sub> of the vastus lateralis (VL) and vastus medialis (MV) were assessed during the 10-RM test in the extensor chair. The twoway ANOVA found a significant difference in ROM for the main time effect (P = 0.019) and for group x time interaction (P = 0.023), with a significant increase in ROM after stretching (P = 0.013). The number of repetitions after stretching increased significantly (P = 0.014; 16%) compared to the CG. There was no significant change in EMG<sub>RMS</sub> on the assessed muscles. The use of static stretching can improve the strength performance of the antagonist musculature.

**Keywords:** Muscle stretching exercises. Electromyography. Muscle strength.

#### Introdução

O alongamento estático é frequentemente utilizado antes da atividade principal com intuito de aumentar a amplitude de movimento (ADM)<sup>1</sup>, reduzir a tensão passiva e, conseqüentemente, a rigidez do tecido<sup>2</sup>, podendo resultar em uma melhora mecânica do movimento articular<sup>3</sup>. O aumento agudo da ADM vem sido postulado na literatura como um de seus principais benefícios<sup>4,5</sup> tanto no rendimento esportivo quanto na reabilitação de lesões.

No entanto, tem sido amplamente evidenciado o efeito negativo do alongamento estático sobre a ativação muscular (EMG<sub>RMS</sub>) e sobre o desempenho da força, principalmente quando rotinas extensas são empregadas<sup>6-8</sup>. Porém, quando menores volumes são empregados, os efeitos deletérios tendem a diminuir ou dissipar<sup>9-11</sup>. Além disso, tais efeitos se manifestam na musculatura alongada, mas não há consenso sobre o efeito do alongamento estático no músculo antagonista sobre o desempenho do agonista<sup>12-14</sup>.

É prudente lembrar que durante a contração muscular existe a ação conjunta da musculatura agonista e de musculaturas auxiliares (antagonistas e sinergistas) que, através do

mecanismo de co-contracção, ajudam na estabilização ou ajuste dinâmico da rigidez das partes móveis<sup>15</sup>. Esse mecanismo trata-se da contracção simultânea de dois ou mais músculos em torno de uma articulação e está presente durante uma ação dinâmica, sendo importante para avaliar a qualidade da coordenação motora e o grau de estabilidade articular., oferecendo um torque concorrente ao músculo agonista durante o movimento, reduzindo o torque efetivo do músculo agonista<sup>16</sup>.

Especula-se que ao alongar estaticamente a musculatura antagonista, sua rigidez e tensão passiva diminui, o que poderia reduzir o torque concorrente oferecido ao músculo agonista, aumentando assim o torque efetivo na articulação durante o movimento. No entanto, não é claro o efeito desse mecanismo sobre a força gerada pela musculatura agonista<sup>17</sup>. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é investigar o efeito agudo do alongamento estático realizado nos Ísquiotibiais sobre a força (10-RM) e ativação muscular ( $EMG_{RMS}$ ) do Quadríceps durante o exercício de extensão de joelhos.

## Métodos

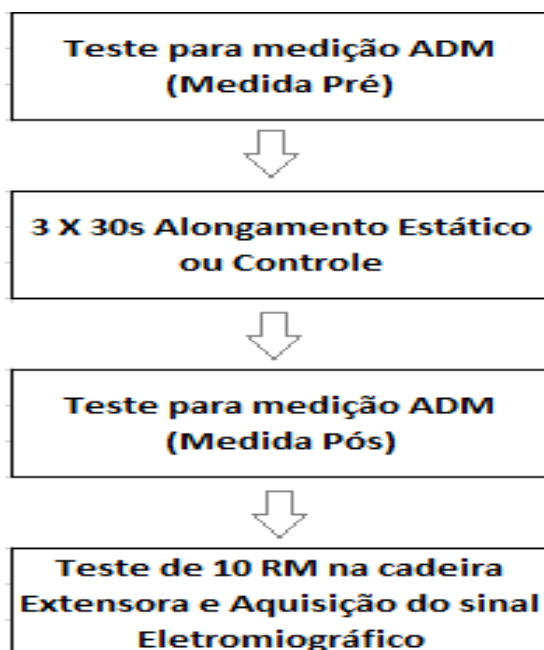
### *Procedimentos Gerais*

O cálculo amostral teve base na equação proposta por Hopkins<sup>18</sup> para desenhos experimentais com medidas repetidas a fim de alcançar um poder estatístico ( $1 - \beta$ ) de 0,80. De posse do valor do erro da medida das variáveis dependentes do presente estudo, obtida por meio de estudo piloto com 6 participantes, foram estimados 15 indivíduos necessários para compor a amostra a fim de garantir um limite de confiança de 95% e uma frequência máxima de erro estatístico do tipo I de 5% e do tipo II de 20%.

Três participantes (um do grupo experimental e dois do grupo controle) não concluíram as visitas por motivos pessoais, abandonando voluntariamente a pesquisa. Sendo assim, 12 homens recreacionalmente treinados no exercício cadeira extensora ( $20,28 \pm 1,50$  anos;  $83,35 \pm 17,86$  Kg;  $177,28 \pm 9,64$  cm) fizeram quatro visitas ao laboratório para a totalização da coleta de dados, com intervalo mínimo de 24 horas e máximo de sete dias entre elas. Na primeira visita, após o preenchimento do termo de consentimento livre e esclarecido e da distribuição aleatória dos participantes nos grupos, foi feita a familiarização aos procedimentos experimentais das medidas de ADM, e do teste de 10-RM no exercício de extensão de joelho. O consentimento dos sujeitos foi obtido através do preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com o número do parecer 2.007.253.

Nas visitas 2 e 3 foram feitas as medidas de confiabilidade das variáveis dependentes do estudo e na última visita os participantes foram alocados aleatoriamente em grupo controle (GC) e grupo alongamento estático (AE) e submetidos aos testes de ADM e ao exercício de extensão de joelhos na cadeira extensora, com carga prevista para 10-RM e concomitante aquisição de sinal eletromiográfico dos músculos vasto lateral (VL) e vasto medial (VM), a fim de verificar a influência do alongamento sobre o desempenho no número de repetições e ativação eletromiográfica nesse exercício. Foram adotados como critérios de inclusão: Serem praticantes de musculação no mínimo 1 ano e não fazer uso regular de qualquer recurso ergogênico nutricional e/ou farmacológico. Excluídos da seleção: indivíduos que não tinham um treinamento regular; com história recente de lesão osteomuscular ou ligamentar nos membros inferiores; ou com alguma outra contra-indicação à prática de exercícios físicos.

Um resumo do delineamento experimental pode ser melhor visualizado na Figura 1.

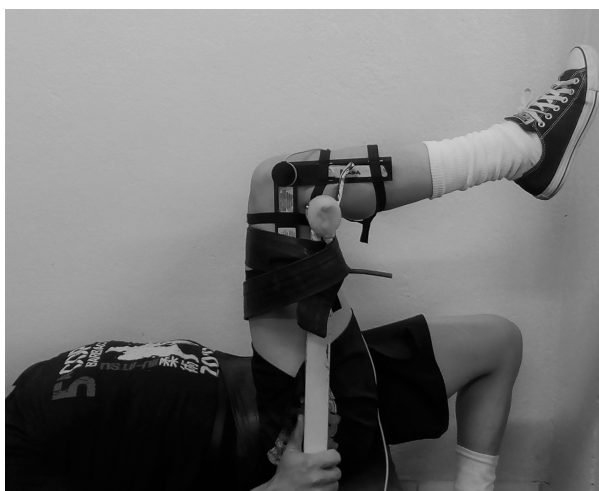


**Figura 1.** Delineamento Experimental

Fonte: Os autores

#### *Medida de Amplitude de Movimento (ADM)*

Foram feitas demarcações nos pontos anatômicos trocantérico, espaço intercondilar e maléolo lateral para o posicionamento do eletrogoniômetro (EMG System do Brasil, EMG 830C). Em seguida o participante foi posicionado em decúbito dorsal com o quadril e o joelho flexionados a aproximadamente 90° e a parte posterior da coxa apoiada em um aparato com o quadril estabilizado por uma fita inextensível. Em seguida, o avaliador realizou a extensão passiva do joelho de forma lenta e gradual até o maior ponto de desconforto relatado pelo participante (Figuras 2A e 2B). Foram feitas três medidas do ângulo máximo obtido durante os testes, com um intervalo de 10 segundos entre elas e utilizou-se a média para análise estatística.



**Figura 2A.** Posição inicial para medida de ADM

Fonte: Os autores



**Figura 2B.** Posição Final para medida ADM

Fonte: Os autores

### *Teste de 10 RM*

Os participantes foram posicionados sentados no aparelho cadeira extensora com as costas totalmente apoiadas e o quadril e tronco envoltos por fitas inextensíveis. O eletrogoniômetro foi posicionado com os joelhos fletidos e a parte distal da perna em contato com um aparato acolchoado. A carga foi ajustada seguindo os valores obtidos nos testes de 10-RM das visitas de confiabilidade e cada participante foi orientado a realizar o maior número de repetições possíveis, partindo da fase concêntrica, a 90° de flexão do joelho, até a extensão do joelho, tocando um elástico posicionado em um aparato à sua frente. Caso o elástico não fosse tocado por duas vezes consecutivas, o teste era interrompido. Durante todo o teste o voluntário foi encorajado verbalmente pelos investigadores.

### *Aquisição do Sinal Eletromiográfico (EMG)*

O registro do sinal eletromiográfico foi feito no músculo VL e VM durante o teste de 10-RM em todas as visitas. Previamente, foram removidos os pelos e o local de colocação dos eletrodos foi limpo com álcool e feita uma pequena abrasão com uma lixa para remover o tecido cutâneo morto para reduzir a impedância no local. O posicionamento dos eletrodos foi orientado pelos pontos anatômicos descritos pelo SENIAM e o eletrodo de referência foi fixado no processo estiloide do rádio no membro ipsilateral às coletas. Os pares de eletrodos foram fixados com uma distância aproximada de 2 cm entre seus centros. Todo protocolo de preparação da aquisição do sinal EMG foi baseado em Hermes et al.<sup>19</sup>.

O registro eletromiográfico foi feito utilizando-se um sistema de aquisição de 04 canais com conversor analógico/digital com resolução de 16 bit e eletrodos de superfície bipolar (EMG System do Brasil, EMG 830C) com 2000 Hz de frequência de amostragem por canal.

### *Rotina de Alongamento Estático*

O participante foi posicionado em decúbito dorsal com o quadril flexionado a 90°. Em seguida o avaliador realizou uma mobilização passiva, lenta e gradual de extensão do joelho até o ponto de maior desconforto sinalizado pelo indivíduo e mantida a posição por 30 segundos. Foram realizadas 3 repetições intercalando os membros inferiores.

### *Estatística*

A estabilidade das medidas de ADM e carga máxima utilizada no teste de 10-RM foi determinada por meio do coeficiente de correlação intraclassa (CCI método paralelo), utilizando os valores obtidos durante as duas visitas de confiabilidade. Além disso, foi feito o cálculo do erro típico da medida (ETM) que, de acordo com Hopkins et al.<sup>18</sup> é determinada pela razão entre desvio padrão das diferenças obtidas entre os pares de medida e a raiz quadrada do algarismo dois. Finalmente, para determinação do grau de concordância entre as medidas, foi feita a representação de Bland e Altman<sup>20</sup> para cada par de medidas.

A normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. O efeito dos diferentes tratamentos sobre o desempenho no teste de 10-RM e para o EMG<sub>RMS</sub> foi analisado por um teste t para amostras independentes.

A diferença entre os valores de ADM foi testada a partir de uma ANOVA de duas entradas com medidas repetidas no fator tempo. Quando foram detectadas diferenças significativas no efeito principal ou interação entre eles, o teste *post hoc* de Bonferroni foi utilizado. A magnitude do efeito do alongamento foi calculada pelo tamanho do efeito (TE) segundo a classificação proposta por Rhea<sup>21</sup>. Todas as análises foram realizadas no software SPSS 17.0 for Windows® (IBM Corporation, New York, EUA) e adotou-se uma significância estatística de  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados

A confiabilidade das medidas de ADM e do teste de 10-RM estão na Tabela 1.

**Tabela 1.** Medidas de confiabilidade de ADM e do teste de 10-RM

	CCI	ETM	BIAS/IC
ADM (graus)	0,70	2,3	1,3 / -34,4 a 31,7
10-RM (rep.)	0,996	0,2	-0,1 / -0,3 a 0,4

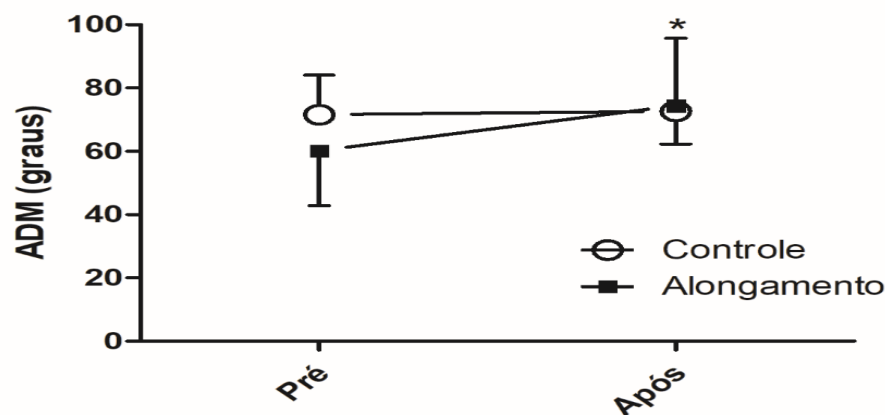
**Nota:** CCI: coeficiente de correlação intraclassa; ETM: erro típico da medida; BIAS: erro aleatório; IC: intervalo de confiança

**Fonte:** Os autores

Observa-se que todas as medidas apresentaram associação e repetibilidade altas e um baixo valor de erro associado, atestando um alto grau de confiabilidade.

O teste de normalidade mostrou distribuição normal para todas as medidas com exceção das medidas após alongamento.

Na comparação entre as médias dos grupos testados, foi observada interação significativa para ADM tanto no efeito principal ( $P = 0,019$ ), quanto para interação entre grupo e tempo ( $P = 0,023$ ). O teste de *post hoc* identificou aumento significativo apenas na ADM do AL ( $P = 0,013$ ;  $TE = 0,12$ ) em comparação ao GC ( $P = 0,557$ ) (Figura 3).

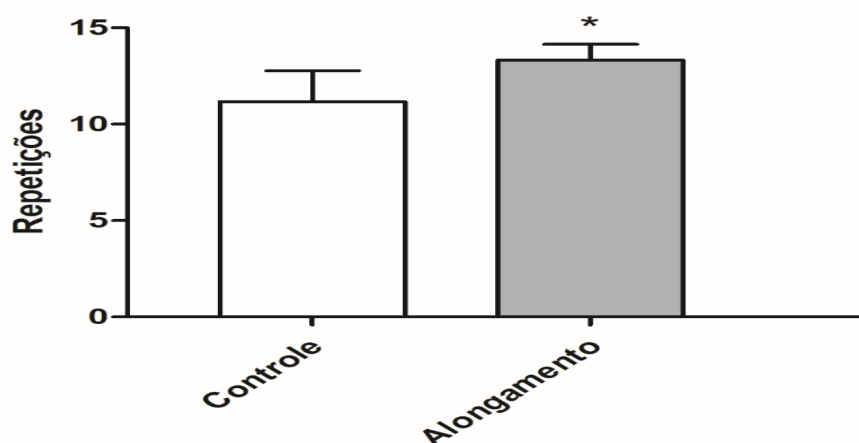


**Figura 3.** \* Diferença significativa para o grupo AE

**Fonte:** Os autores

Vale observar no gráfico que ambas as condições de alongamento promoveram melhoras na ordem de 19% na ADM de flexão do joelho, o que ultrapassa o ETM% (18%) e nos dá maior poder de predição e segurança na interpretação desse resultado.

Em relação ao número de repetições realizadas no exercício de extensão de joelho, o grupo AL obteve valor significativamente mais alto ( $P = 0,014$ ;  $TE = 1,87$ ; 16%) do que o grupo controle, o que suplanta o ETM% (0,3%).



**Figura 4.** \*Diferença significativa entre os grupos testados

Fonte: Os autores

As medidas de  $EMG_{RMS}$  não apresentaram diferenças significativas para nenhuma das comparações realizadas.

## Discussão

Um dos principais achados desse estudo foi o aumento significativo do desempenho da força no músculo agonista imediatamente após o emprego do alongamento estático na musculatura antagonista. O número de repetições realizadas na cadeira extensora para o AL foi 16% maior ( $P = 0,014$ ) do que no GC. Tal fato é reforçado pela grande importância clínica verificada por meio do tamanho do efeito ( $TE = 1,87$ ). Esse resultado está em acordo com Miranda et al.<sup>12</sup> e Sandberg et al.<sup>13</sup>, que relatam aumento no número de repetições ou no pico de torque da musculatura agonista após alongamento estático do antagonista. Além disso, esse foi o primeiro estudo a avaliar o efeito do alongamento estático na musculatura antagonista sobre o desempenho da musculatura agonista em exercício isoinercial monoarticular de membros inferiores.

Muito é discorrido sobre o efeito do alongamento estático sobre o desempenho da força na musculatura agonista<sup>13</sup>, mas poucos estudos e com resultados controversos investigaram o desempenho da musculatura agonista quando o seu antagonista é alongado previamente.

Miranda et al.<sup>22</sup> reportaram que o volume de treino do grupo que realizou 40 s de alongamento estático na musculatura antagonista entre as séries no exercício remada sentado foi significativamente maior ( $P = 0,010$ ;  $TE = 2,66$ ) do que o controle. De forma semelhante, Sandberg et al.<sup>13</sup> evidenciaram melhora no pico de torque isocinético para a extensão de joelho somente em velocidades altas ( $300^{\circ}s^{-1}$ ;  $P = 0,032$ ;  $TE = 0,29$ ) e para a altura do salto com contra-movimento ( $P = 0,011$ ;  $TE = 0,09$ ) após três repetições de 30s de alongamento estático na musculatura antagonista, sugerindo que o efeito pode ser específico para velocidades altas ou movimentos que envolvam potência. No entanto, Serefoglu et al.<sup>14</sup> não foram capazes de evidenciar diferença estatística no pico de torque isocinético do quadríceps e dos Ísquiotibiais após terem seus respectivos músculos antagonistas alongados por quatro repetições de 30s. Os autores, no entanto, não realizaram medida de ADM na musculatura antagonista para verificar se o alongamento surtiu algum tipo de efeito e mesmo utilizando o volume citado, o fato do alongamento ter sido feito de forma ativa e com intensidade no ponto de médio desconforto pode ter reduzido o efeito esperado, uma vez que tais fatores são evidenciados na literatura como intervenientes no efeito do alongamento estático<sup>23</sup>.

Apesar do aumento significativo no número de repetições realizadas no exercício de extensão de joelhos ( $P = 0,014$ ;  $TE = 1,87$ ;  $16\%$ ), não foi observada mudança significativa no  $EMG_{RMS}$  da musculatura agonista após o emprego do alongamento estático no antagonista. Esse fato sugere que essa diferença observada para o AE não está relacionada com o aumento da ativação muscular dos agonistas e que, possivelmente, mecanismos mecânicos e metabólicos tais como alterações na sensibilidade aguda de proprioceptores musculares específicos, fadiga e armazenamento de energia elástica seriam os responsáveis pela melhora no desempenho. Além disso, Sandberg et al.<sup>13</sup> e Serefoglu et al.<sup>14</sup> também não foram capazes de detectar mudanças na ativação muscular do VL após alongar os Ísquiotibiais com volumes semelhantes ao do presente estudo. Por sua vez, Miranda et al.<sup>22</sup> não encontraram modificação na atividade do músculo peitoral maior após 40 s de alongamento estático durante o exercício de remada sentado, sugerindo que a melhora no número de repetições demonstrada pelo grupo que realizou os alongamentos não está associada à redução da coativação da musculatura antagonista. No presente estudo, o tipo de exercício utilizado não nos permitiu captar o sinal eletromiográfico da musculatura alongada durante as repetições realizadas na cadeira extensora. Porém, a falta de alteração do EMG do quadríceps atrelada ao aumento no número de repetições nesse exercício e ao aumento da ADM de extensão do joelho com quadril flexionado sugerem que fatores mecânicos, como mudança na curva de comprimento tensão dos ísquiotibiais, levaram à redução da força de frenagem promovida por essa musculatura durante o movimento.

De fato, tem sido evidenciado na literatura que alterações no  $EMG_{RMS}$  são mais evidentes mediante volumes extensos de alongamento estático<sup>24,25</sup>. Porém, quando volumes menores são empregados, tais alterações são menos frequentes<sup>11,26</sup>. Dessa forma, podemos especular que o volume de alongamento utilizado no presente estudo foi suficiente apenas para alterar as propriedades mecânicas da musculatura antagonista, reduzindo assim o torque concorrente ao quadríceps durante o exercício.

Outro fato importante que ajuda a explicar a melhora do desempenho da força no grupo que realizou o alongamento foi o aumento significativo da ADM ( $P = 0,013$ ;  $TE = 0,12$ ;  $19\%$ ) no movimento de extensão do joelho. O aumento agudo da ADM já é amplamente evidenciada na literatura por diversos autores, considerando rotinas contínuas, fracionadas e com diversos volumes diferentes<sup>2,9,10</sup>. No entanto, alguns autores sugerem que, para que esse aumento aconteça, mudanças estruturais como a redução na rigidez e na tensão passiva da unidade músculo-tendínea (UMT) ocorrem de forma aguda após a realização do alongamento estático<sup>27</sup>. Essas mudanças estão fortemente associadas à capacidade do músculo de sofrer deformação (mudanças de comprimento)<sup>28</sup>. Admitindo que há uma redução na viscoelasticidade da UMT, consequentemente, o tecido se torna mais complacente e oferece menos resistência à mudança de comprimento.

Uma das possíveis explicações desse mecanismo é a combinação da ação dos fusos musculares com os órgãos tendinosos de Golgi (OTG), que regulam o tônus e a complacência muscular<sup>29</sup>. No presente estudo não foram realizadas medidas de rigidez, tensão passiva ou  $EMG_{RMS}$  da musculatura antagonista, mas com base no aumento significativo da ADM e amparado por consistentes achados na literatura, pode-se presumir que a melhora no desempenho no exercício de cadeira extensora provavelmente se deu em função de modificações estruturais sofridas na musculatura antagonista após o alongamento estático, o que evidentemente gerou um menor torque concorrente durante o exercício<sup>30</sup>.

Deve-se considerar algumas limitações do presente estudo. Uma delas foi o fato de três participantes não concluírem todas as visitas, impossibilitando atingir o  $n$  amostral calculado. Outro fator a ser destacado foi a ausência de medidas de rigidez, tensão passiva e  $EMG_{RMS}$  da musculatura antagonista. Tal fato deveu a dificuldade operacional em colocar os eletrodos na musculatura posterior da coxa durante o exercício de cadeira extensora e a

ausência de equipamento adequado para se medir a tensão passiva durante o teste de ADM. No entanto, o resultado de aumento agudo da ADM na extensão passiva de joelho atrelado às evidências disponíveis na literatura se tornam razoáveis para explicar parcialmente a melhora do desempenho do músculo agonista no exercício de extensão de joelhos. Além disso, o presente estudo apresenta achados relevantes sobre o aumento do volume de treinamento (nº de repetições) com carga de 10-RM após uma rotina simples de alongamento estático. Esse aumento está associado a melhora do ganho de força e massa muscular, o que pode favorecer os praticantes com esses objetivos.

## Conclusões

O resultado do presente estudo indica que a realização do alongamento estático dos ísquiotibiais é capaz de aumentar o número de repetições no exercício cadeira extensora sem que, no entanto, haja alteração na atividade mioelétrica dos músculos vasto lateral e vasto medial. Tal fato somado ao aumento da amplitude de movimento observada no movimento de extensão de joelho com o quadril estendido após o alongamento, nos leva a concluir que a melhora no desempenho deve a mudança de fatores mecânicos e estruturais da musculatura alongada.

Esses achados trazem implicações práticas quanto à utilização do alongamento estático na musculatura antagonista previamente ao desempenho da força do músculo agonista. Dessa forma, praticantes recreacionais de treinamento de força podem utilizar essa estratégia caso o objetivo seja aumentar o volume de treinamento.

## Referências

1. Akagi RTH. Acute effect of static stretching on hardness of the gastrocnemius muscle. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45(7):1348-1354. Doi: 10.1249/MSS.0b013e3182850e17
2. Alencar TAMDA, Matias KFS. Princípios fisiológicos do aquecimento e alongamento muscular na atividade esportiva. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16(3):230-234. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922010000300015>
3. Almeida TT, Jabur NM. Mitos e verdades sobre flexibilidade: Reflexões sobre o treinamento de flexibilidade na saúde dos seres humanos. *Motri* 2007;3(1):337-344.
4. Behm DG, Bambur A, Cahill F. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(8):1397-1402. Doi: 10.1249/01.mss.0000135788.23012.5f
5. Chagas MH, Bhering EL, Bergamini JC, Menzel HJ. Comparação de duas diferentes intensidades de alongamento na amplitude de movimento. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14(2):99-103. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922008000200003>.
6. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: A systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;41(1):1-11. Doi: 10.1139/apnm-2015-0235
7. Reis EFS, Pereira GB, Sousa NMF, Tibana RA, Silva MF, Araujo M, Gomes IJP. Acute effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching on maximal voluntary contraction and muscle electromyographical activity in indoor soccer players. *Clin Physiol Funct Imaging* 2013;33(6):418-422. DOI: 10.1111/cpf.12047
8. Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Stout JR, Cramer JT. Do practical durations of stretching alter muscle strength? A dose-response study. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(8):1529-1537. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31817242eb
9. César EP, Paula CAP, Paulino D, Teixeira LML, Gomes PSC. Efeito agudo do alongamento estático sobre a força muscular dinâmica no exercício supino reto realizado em dois diferentes ângulos articulares. *Motri* 2015;11(3): 20-28. DOI: 10.6063/motricidade.2890
10. César EP, Santos TM, Batista JJD, Miranda L, GOMES PSC. O alongamento estático aumenta a amplitude de movimento sem prejudicar o desempenho de saltos verticais sucessivos. *Rev Educ Fis/UEM* 2013;24(1):41-49. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v24.1.17919>.
11. César EP, Silva TK, Rezende YM, Alvim FC. Comparação de dois protocolos de alongamento sobre a amplitude de movimento e sobre a força dinâmica. *Rev Bras Med Esporte* 2018;24(1):20-25. <https://doi.org/10.1590/1517-869220182401160677>.
12. Miranda H, Maia MF, Paz GA. Acute effects of antagonist static stretching in the inter-set rest period on repetition performance and muscle activation. *Res Sports Med* 2015;23(1):37-50. Doi: 10.1080/15438627.2014.975812



13. Sandberg JB, Wagner DR, Willardson JM. Acute effects of antagonist stretching on jump height, torque, and electromyography of agonist musculature. *J Strength Cond Res* 2012;4(26):1249-1256. Doi: 10.1519/JSC.0b013e31824f2399.
14. Serefoglu A, Sekir U, Gür H. Effects of static and dynamic stretching on the isokinetic peak torques and electromyographic activities of the antagonist muscles. *J Sport Sci Med* 2017;1(16):6-13.
15. Candotti CT, Carvalho KV, Torre ML, Noll M, Varela M. Ativação e co-contração dos músculos gastrocnêmios e tibial anterior na marcha de mulheres utilizando diferentes alturas de saltos. *Rev Bras Ciênc Esporte* 2012;34(1):27-39. <https://doi.org/10.1590/S0101-32892012000100003>.
16. Norkin CC, Levangie PK. Muscle structure and function. *J PhysTher Educ* 1992;1:92-104.
17. Tuller B, Turvey MT, Fitch HL. The bernstein perspective: II. The concept of muscle linkage or coordinative structure. New York: Psychology Press; 1982. Doi: 10.1007/978-0-387-77064-2\_6
18. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 2000;30(1):1-15. DOI: 10.2165/00007256-200030010-00001
19. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 2000;10(5):361-374. DOI: 10.1016/s1050-6411(00)00027-4
20. Bland JM, Altman DG. Comparing two methods of clinical measurement: A personal history. *Int J Epidemiol* 1995;24(1):7-14. DOI: 10.1093/ije/24.supplement\_1.s7
21. Rhea MR. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *J Strength Cond Res* 2004;18(4):918-920. Doi: 10.1519/14403.1.
22. Miranda H, Maia M, Paz GA. Acute effects of antagonist static stretching in the inter-set rest period on repetition performance and muscle activation. *Res Sport Med* 2015;23(1):37-50. Doi: 10.1080/15438627.2014.975812
23. Apostolopoulos N, Metsios GS, Flouris AD, Koutedakis Y. The relevance of stretch intensity and position: a systematic review. *Front in Psychol* 2015;6:1128. Doi: 10.3389/fpsyg.2015.01128
24. Fowles JR, Sale DG. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol* 2000; 89(3):1179-1188. Doi: 10.1152/jappl.2000.89.3.1179
25. Herda TJ, Cramer JT, Ryan ED, McHugh MP. Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *J Strength Cond Res* 2008;3(22):809-817. Doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a82ec
26. Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Costa PB, Defreitas JM, Stout JR. The Time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J Orthop Sport Phys Ther* 2008;10(38):632-639. DOI: 10.2519/jospt.2008.2843
27. Hirata K, Mikami EM, Kanehisa H. Muscle-specific acute changes in passive stiffness of human triceps surae after stretching. *Eur J Appl Physiol* 2016;116(5):911-918. DOI: 10.1007/s00421-016-3349-3
28. Taneda M, Pompeu JE. Fisiologia e importância do órgão tendinoso de Golgi no controle motor normal. *Rev Neuoc* 2006;14(1):37-42.
29. Aquino CF, Gonçalves GGP, Fonseca ST, Mancini MC. Análise da relação entre flexibilidade e rigidez passiva dos isquiotibiais. *Rev Bras Med Esporte* 2006;12(4):195-200. Doi: 10.1590/S1517-86922006000400006.
30. Fowles JR, Sale DG. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol* 2000;3(89):1179-1188. Doi: 10.1152/jappl.2000.89.3.1179.

**ORCID dos autores:**Eurico Peixoto César: <https://orcid.org/0000-0002-6841-6200>Tamara Karina da Silva: <https://orcid.org/0000-0002-5476-0270>

Recebido em 24/04/19.

Revisado em 30/06/20.

Aceito em 10/07/20.

---

**Endereço para correspondência:** Eurico Peixoto César, Rodovia MG 338 km 12 – Colônia Rodrigo Silva – Barbacena/MG, CEP 36.201-143, Telefone: (32) 3339-4905. e-mail: [euricopesar@gmail.com](mailto:euricopesar@gmail.com)