

EFEITO AGUDO DO VOLUME DE ALONGAMENTO ESTÁTICO NO DESEMPENHO NEUROMUSCULAR DE JOVENS E IDOSAS



ARTIGO ORIGINAL
ORIGINAL ARTICLE
ARTÍCULO ORIGINAL

ACUTE EFFECT OF STATIC STRETCHING VOLUME ON NEUROMUSCULAR PERFORMANCE OF YOUNG AND ELDERLY WOMEN

EFFECTO AGUDO DEL VOLUMEN DE ESTIRAMIENTO ESTÁTICO EN EL RENDIMIENTO NEUROMUSCULAR DE MUJERES JÓVENES Y ANCIANAS

Laísila da Silva Paixão Batista¹
(Fisioterapeuta)

Matheus da Silva Dias¹
(Graduando em Educação Física)

Sebastião da Silva Costa¹
(Profissional de Educação Física)

Sandra Leite de Oliveira¹
(Profissional de Educação Física)

Narcélio Pinheiro Victor¹
(Profissional de Educação Física)

André Luiz Demantova Gurjão¹
(Profissional de Educação Física)

1. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Colegiado de Educação Física, Petrolina, PE, Brasil.

Correspondência:

André Luiz Demantova Gurjão.
Av. José de Sá Maniçoba, S/N, Centro,
Petrolina, PE, Brasil. 56304-917.
andre.gurjao@univasf.edu.br

RESUMO

Introdução: Os exercícios prévios de alongamento estático (AE) podem promover decréscimo transitório da força muscular. Características dos protocolos de AE e da amostra estudada podem interferir no desempenho neuromuscular subsequente às rotinas de alongamento. **Objetivo:** Investigar o efeito agudo de dois diferentes volumes de AE sobre o sistema neuromuscular de mulheres jovens e idosas durante a execução do *leg press* horizontal. **Métodos:** Vinte e quatro mulheres (12 jovens e 12 idosas), aparentemente saudáveis, compareceram ao local de realização do experimento em seis ocasiões distintas. Nas três primeiras visitas realizaram-se coleta dos dados pessoais, de dados antropométricos, familiarização com o protocolo de AE e registro de esforço isométrico no *leg press* horizontal. Nas três últimas visitas, foram realizados registros da curva força-tempo isométrica e atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos vasto medial e vasto lateral após realização de uma de três condições experimentais: controle (sem alongamento), alongamento com volume total de 60 segundos e 120 segundos. A ordem das condições experimentais foi aleatorizada. O protocolo de AE envolveu três exercícios executados em duas séries de 30 segundos (AE60) ou em quatro séries de 30 segundos (AE120). O teste ANOVA *two-way* foi utilizado para análises dos dados. **Resultados:** Nenhuma das rotinas de AE acarretou alteração de taxa de desenvolvimento de força (TDF), contração voluntária máxima e atividade EMG nas mulheres jovens e idosas. **Conclusões:** Diferentes volumes de AE, em conformidade com recomendações atuais, não influenciaram o desempenho neuromuscular de mulheres jovens e idosas no exercício *leg press* horizontal.

Descritores: amplitude de movimento articular; força muscular; envelhecimento.

ABSTRACT

Introduction: Previous static stretching (SS) exercises may promote a transient decrease in muscle strength. The characteristics of SS protocols and sample may interfere with neuromuscular performance subsequent to stretching routines. **Objective:** To investigate the acute effect of two different SS volumes on neuromuscular system of young and elderly women during horizontal leg press. **Methods:** Twenty-four women (12 young and 12 elderly), apparently healthy, attended the laboratory on six different occasions. In the first three visits, collection of personal data, anthropometric, familiarization to SS protocol and recording of maximal isometric force-time curve in horizontal leg press were performed. In the last three visits, the isometric force-time curve and electromyographic (EMG) activity of the vastus medialis and vastus lateralis muscles were performed after one of three experimental conditions: control (without stretching), stretching with a total volume of 60 and 120 seconds. The order of the experimental conditions was randomized. The SS protocol involved three exercises performed in two 30-second series (SS60) or in four 30-second series (SS120). The two-way ANOVA test was used for data analysis. **Results:** None of the SS routines resulted in changes in the rate of force development (RFD), maximal voluntary contraction, and EMG activity of young and elderly women. **Conclusion:** Different volumes of SS, in accordance with current recommendations, did not influence the neuromuscular performance of young and elderly women in the horizontal leg press exercise.

Keywords: range of motion, articular; muscle strength; aging.

RESUMEN

Introducción: El ejercicio previo de estiramiento estático (EE) puede favorecer la reducción transitoria de la fuerza muscular. Las características de los protocolos de EE y de la muestra evaluada pueden interferir con el rendimiento neuromuscular subsiguiente a las rutinas de estiramiento. **Objetivo:** Investigar el efecto agudo de dos volúmenes diferentes de EE en el sistema neuromuscular de mujeres jóvenes y ancianas durante la ejecución de la prensa horizontal de piernas. **Métodos:** Veinticuatro mujeres (12 jóvenes y 12 ancianas), aparentemente saludables, comparecieron al laboratorio en seis ocasiones distintas. En las tres primeras visitas se realizó colecta de los datos personales, de datos antropométricos, familiarización con el protocolo de EE y registro de esfuerzo isométrico en la prensa horizontal de piernas. En las tres últimas visitas se realizaron registros de la curva fuerza-tiempo isométrica y la actividad electromiográfica (EMG) del músculo vasto medial y vasto lateral después de realizar una de las tres condiciones experimentales: control (sin estiramiento) y estiramiento con volumen total de 60 y 120 segundos. El orden de las condiciones experimentales

fue aleatorio. El protocolo de EE implicó tres ejercicios realizados en dos series de 30 segundos (EE60) o cuatro series de 30 segundos (EE120). Se utilizó la prueba ANOVA de dos factores para el análisis de los datos. Resultados: Ninguno de los protocolos de EE ocasionó alteración en la tasa de desarrollo de la fuerza (TDF), contracción voluntaria máxima y la actividad EMG de las mujeres jóvenes y de edad avanzada. Conclusiones: Los diferentes volúmenes de EE, de acuerdo con las recomendaciones actuales, no afectaron el rendimiento neuromuscular de mujeres jóvenes y ancianas en el ejercicio en la prensa horizontal de piernas.

Descriptor: rango del movimiento articular; fuerza muscular; envejecimiento.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220172302157700>

Artigo recebido em 14/12/2015 aprovado em 26/10/2016

INTRODUÇÃO

Evidências têm demonstrado que exercícios de alongamento podem ter efeitos negativos no desempenho de força muscular, fenômeno conhecido como déficit de força muscular induzido por alongamento¹⁻³. Decréscimos transitórios na força muscular têm sido observados após protocolos de alongamento com diferentes características (i.e. tipo de alongamento, intensidade e duração), apresentando magnitude e duração de respostas variadas⁴⁻⁶. Em contrapartida, outros estudos não têm conseguido demonstrar alterações agudas no sistema neuromuscular após exercícios de alongamento estático (AE)⁷⁻⁹. Parte dessas discrepâncias pode estar relacionada à variação nos volumes de alongamento adotados, protocolos de avaliação da força muscular e/ou características das amostras avaliadas, incluindo adaptações específicas à modalidade de treino praticada e a idade¹⁰⁻¹².

Os mecanismos associados ao déficit de força muscular mediado pelo AE não são totalmente compreendidos. Alterações neurais e nas propriedades mecânicas da unidade músculo-tendão (UMT) têm sido apontados como importantes mecanismos intervenientes e apresentam relação dose-resposta ao estímulo do AE². Reduções na ativação muscular têm sido reportadas após realização de exercícios de AE demasiadamente intensos e prolongados^{5,12-14}. Redução na rigidez da UMT foi observada após protocolos com durações de dois, quatro e oito minutos². O aumento da complacência dessa estrutura pode aumentar o tempo necessário à transmissão da força muscular ao osso, aumentar o retardo eletromecânico, reduzir a taxa de desenvolvimento de força (TDF) e alterar a relação força-comprimento, comprometendo a produção de força muscular máxima¹⁵⁻¹⁷.

Recomenda-se para adultos jovens e idosos a realização de exercícios de AE para as maiores unidades músculo-tendão, com duração total de pelo menos 60s. Este volume de AE pode ser obtido pela manipulação do número de vezes que se realiza o exercício e a duração do AE. Em jovens, a duração do AE pode variar entre 10 e 30s e idosos entre 30 e 60s, sendo recomendado em ambos os casos duas a quatro repetições¹⁸. Recentes revisões sugerem que volumes de AE superiores a 45s podem promover o déficit de força muscular em jovens^{1,3,10}. No entanto, em idosos, a relação dose-resposta entre o volume de AE e o déficit de força muscular não tem sido investigada sistematicamente e, até o momento, as alterações no sistema neuromuscular relacionadas ao envelhecimento dificultam a extrapolação dos resultados observados¹⁹⁻²².

Similar ao verificado para jovens, diferentes rotinas de AE tem sido utilizadas em idosos, apresentando resultados contraditórios em relação ao efeito agudo do AE no sistema neuromuscular^{7,23}. Para o nosso conhecimento, apenas um estudo comparou os efeitos agudos do AE no desempenho neuromuscular de jovens e idosos. Ryan et al.¹² concluíram que o AE pode prejudicar a ativação e a força muscular dos flexores plantares de jovens, porém, não em idosos. Embora estas informações sejam relevantes no entendimento do efeito da idade no comportamento agudo do sistema neuromuscular ao AE, os autores empregaram um volume de alongamento acima das recomendações (20 minutos) e

realizaram avaliação monoarticular da força muscular. As atividades da vida diária envolvem múltiplas articulações. A avaliação da força muscular em ações multiarticulares pode ser mais apropriada quando se pretende investigar a relação entre AE e a função neuromuscular.

Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos de dois diferentes volumes de AE no desempenho neuromuscular de mulheres jovens e idosas previamente a execução do exercício *Leg-Press* horizontal.

MÉTODOS

Participaram do estudo 12 mulheres jovens (idade $23,8 \pm 1,7$ anos, massa corporal $57,0 \pm 6,8$ kg, estatura $1,61 \pm 0,04$ m) e 12 mulheres idosas (idade $67,7 \pm 9,8$ anos, massa corporal $64,5 \pm 10,4$ kg, estatura $1,57 \pm 0,08$ m), que participavam ocasionalmente de um programa específico de atividade física (< 3 vezes/semana) e não apresentavam limitações cardiovasculares ou musculoesqueléticas à prática de exercício físico. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Deontologia em Estudos e Pesquisas (CEDEP/UNIVASF, nº 0001/190913) e todas as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Delineamento experimental

O estudo adotou delineamento aleatorizado com medidas repetidas intra-sujeito. Cada voluntária compareceu ao local de realização do experimento em seis ocasiões distintas, intervaladas por no mínimo 24 horas. Nas três primeiras visitas foram realizadas familiarizações ao protocolo de AE e registro da curva força-tempo (Cf-t) isométrica, anamnese e mensurações antropométricas. Nas visitas subsequentes a Cf-t isométrica e atividade eletromiográfica (EMG) no exercício *Leg-Press* foram registradas após uma de três condições experimentais (ordem aleatorizada): 1) Controle, 2) AE com volume total de 60 segundos (AE60) e 3) AE com volume total de 120 segundos (AE120). As participantes foram orientadas a não realizar atividade física intensa no período do estudo. Os procedimentos foram realizados na mesma hora do dia para minimizar possíveis variações circadianas nas variáveis analisadas.

O protocolo de AE compreendeu exercícios para extensores de joelho, flexores e extensores de quadril e flexores plantares. Os exercícios foram realizados com duração de 30s. Para condição AE60 cada exercício foi realizado duas vezes e para a condição AE120 quatro vezes. O intervalo entre repetições foi de 30s para todas as condições. Os exercícios foram realizados de forma ativa e o limite máximo de AE foi a amplitude de movimento atingida no momento em que a participante relatou o início da sensação de dor (ponto de desconforto). Na condição controle as participantes permaneceram em repouso por dois minutos.

O registro do esforço isométrico máximo de extensão de joelho e quadril foi obtido por um dinamômetro de compressão adaptado ao *Leg-Press* horizontal. Todas as participantes foram familiarizadas ao procedimento. As participantes foram posicionadas sobre o assento do equipamento com suporte para as costas e membro dominante posicionado a 90° de flexão de joelho e quadril. Em seguida foram instruídas a realizar o esforço isométrico máximo o mais rápido possível e

sustentá-lo por três segundos, sendo oferecido estímulo verbal e *feedback* visual. Foram realizadas três repetições com intervalo de recuperação de três minutos. Os ajustes individuais realizados no equipamento foram utilizados em todas as avaliações.

O sinal do dinamômetro foi captado por um amplificador de sinais analógicos (modelo 800C-1610, EMG System®, São José dos Campos – São Paulo) com frequência de amostragem de 2000 Hz e sincronizado com o registro da atividade EMG. O sinal bruto obtido foi armazenado e analisado posteriormente com filtro passa-baixa *Butterworth* zero-lag de segunda-ordem e frequência de corte de 25 Hz. O instante de tempo no qual o valor de tensão registrado excedeu 4N acima da linha de base foi considerado como início da contração²⁴. A taxa de desenvolvimento de força (TDF) foi determinada como a inclinação da reta de regressão linear entre os valores de tensão e os instantes de tempo correspondentes aos primeiros 200ms relativos ao início da contração²⁵. A TDF máxima foi determinada pelo teste da primeira derivada da tensão registrada²¹ e a contração voluntária máxima (CVM) considerada o maior valor registrado dentro da janela de um segundo a partir da estabilização da força.

Para o registro da atividade EMG de superfície dos músculos vasto medial e lateral foram utilizados eletrodos adesivos circulares (prata/cloreto de prata), com área de captação de 10 mm e distância centro a centro inter-eletrodos de 23 mm. Após abrasão e limpeza da pele com álcool, os eletrodos foram posicionados seguindo as recomendações do *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*²⁶. O eletrodo de referência foi colocado sobre o processo estilóide da ulna. Na tentativa de minimizar as alterações no posicionamento dos eletrodos nos dias de avaliações, os locais foram mapeados na pele com uma caneta. O sinal proveniente dos eletrodos de superfície foi registrado pelo amplificador de sinais analógicos, com filtro passa de 20 e 500Hz, ganho de 1000 vezes e modo de rejeição comum >120dB. A amplitude EMG foi obtida por meio do cálculo do *Root Mean Square* dentro da janela de um segundo usada para determinar a CVM. O início da atividade EMG foi determinado quando os valores EMG ultrapassaram 15uV acima da média do ruído de base²⁷.

Análise estatística

Os dados foram analisados no Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 17.0, com nível de significância alfa <0,05 para todas as análises. A normalidade da distribuição dos dados foi submetida ao teste de Shapiro-Wilk, seguido de procedimentos descritivos. Para verificar a homogeneidade de variância e esfericidade dos dados foram utilizados os testes de Levene e Mauchly e a correção de Greenhouse-Geisser quando necessário. Para avaliar os efeitos do AE na TDF, CVM e amplitude EMG dos músculos vastos medial e lateral de mulheres jovens e idosas foi utilizada a ANOVA *two-way*, apresentando como fatores a idade (jovens e idosas) e a condição experimental (AE60, AE120 e Controle). O post-hoc de Bonferroni foi empregado para analisar efeitos principais ou interações significativas.

RESULTADOS

Nenhum efeito principal de condição experimental ou interação com idade foi observado para a TDF e a CVM de mulheres jovens e idosas em ambos os volumes de AE empregados (Figuras 1 e 2), indicando que o desempenho de força muscular nos dois grupos etários não foi influenciado pelas rotinas de AE. Resultado similar foi observado para a amplitude EMG dos músculos VM e VL (Tabela 1).

DISCUSSÃO

O estudo avaliou os efeitos agudos de dois diferentes volumes de AE no desempenho neuromuscular de mulheres jovens e idosas na execução do exercício *Leg-Press* horizontal. Os resultados evidenciaram

que 60 ou 120s de AE não acarretaram alteração aguda significativa na TDF, na CVM e na amplitude EMG dos músculos vasto medial e lateral das mulheres envolvidas no experimento.

O déficit de força muscular subsequente ao alongamento tem sido relacionado a fatores mecânicos e neurais^{5,13,16,28}. Ryan et al.¹² observaram que a redução na força isométrica máxima de jovens foi relacionada ao decréscimo no percentual de ativação e na amplitude EMG dos flexores plantares. No presente estudo, nenhuma alteração aguda no desempenho neuromuscular de mulheres jovens e idosas foi observada. Fato que pode estar relacionado ao volume de AE adotado, devido à relação dose-resposta entre a duração total de AE e o desempenho subsequente².

Ryan et al.¹² propuseram uma rotina de alongamento com 20 minutos de duração. Diante do decréscimo de força observado, os autores sugeriram investigações com volumes condizentes com a prática. Os volumes utilizados no presente estudo estão em conformidade com as recomendações que preconizam volumes máximos de até 120 segundos para cada músculo¹⁸.

Recentes revisões têm proposto que volumes de AE superior a 45 segundos estão relacionados ao decréscimo de força^{1,3,10}. Assim, a expectativa do presente estudo era de que o maior volume acarretaria decréscimo de força muscular isométrica. Contudo essa expectativa não se confirmou, possivelmente devido aos diferentes grupos musculares e o tipo de atividade executada no experimento.

Grande parte dos estudos incluídos nas revisões considerou o desempenho em exercícios monoarticulares^{1,3,10}. Contudo, os parâmetros relacionados à produção de força podem variar durante atividades multiarticulares²⁹. Gonçalves et al.⁷ não observaram alterações na TDF e na atividade EMG de idosas em exercícios mono e multiarticulares. A ausência de alterações no desempenho foi atribuída à quantidade de

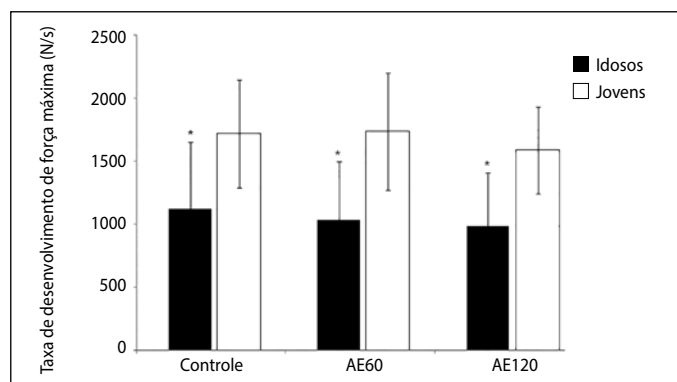


Figura 1. Comparação da taxa de desenvolvimento de força máxima entre mulheres jovens e idosas nas três condições experimentais.

AE60: Alongamento estático com volume total de 60 segundos. AE120: Alongamento estático com volume total de 120 segundos. * diferença estatística (p=0,01).

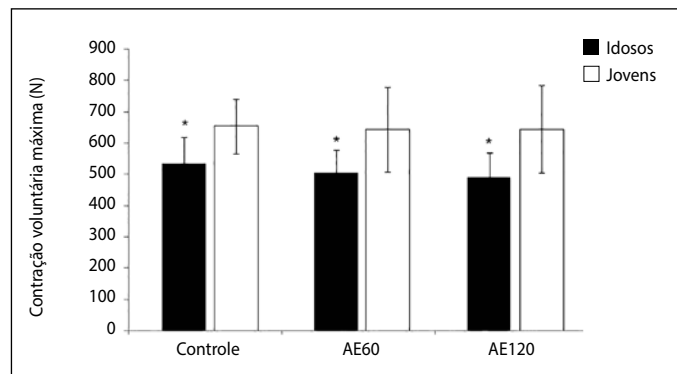


Figura 2. Comparação da contração voluntária máxima entre mulheres jovens e idosas após as três condições experimentais.

AE60: Alongamento estático com volume total de 60 segundos. AE120: Alongamento estático com volume total de 120 segundos. * diferença estatística (p= 0,01).

Tabela 1. Amplitude eletromiográfica de mulheres jovens e idosas após as três condições experimentais.

	Controle		AE60		AE120	
Vasto medial (μV)						
Idosas	116,1 \pm 81,6*		99,2 \pm 42,5*		93,6 \pm 47,5*	
Jovens	364,7 \pm 168,4		332,0 \pm 89,8		332,3 \pm 129,4	
Vasto lateral (μV)						
Idosas	91,4 \pm 35,3*		78,8 \pm 36,1*		85,4 \pm 43,7*	
Jovens	209,5 \pm 92,7		207,6 \pm 62,4		200,7 \pm 58,6	
VM (Efeitos)	F	p	VL (Efeitos)	F	p	
Idade	45,44	<0,01	Idade	32,7	<0,01	
Condição	0,92	0,40	Condição	0,61	0,52	
Idade x Condição	0,09	0,89	Idade x Condição	0,05	0,93	

AE60: Alongamento estático com volume total de 60 segundos. AE120: Alongamento estático com volume total de 120 segundos

*= diferença estatística entre grupos etários ($p < 0,01$).

músculos envolvidos no exercício. No estudo, foi proposto o alongamento para o quadríceps femoral apenas. A participação dos demais grupos musculares no exercício multiarticular pode ter contribuído para a ausência de modificações no desempenho neuromuscular. Por outro lado, McBride et al.²⁹ observaram redução na TDF e na CVM durante esforço isométrico multi e monarticular, respectivamente. As reduções na TDF e na CVM podem estar relacionadas ao maior volume de AE (270 segundos).

Apesar das diferenças no volume de AE e grupos musculares alongados, os resultados do presente estudo corroboram os achados de Gonçalves et al.⁷. No presente estudo, a participação de diferentes grupos musculares no exercício *Leg-Press* horizontal pode ter atenuado o possível déficit de força. Ao se propor um protocolo de alongamento envolvendo exercícios para diferentes grupos musculares é necessário considerar que os primeiros grupos musculares alongados terão um período de recuperação maior. Na condição AE120, por exemplo, após o AE dos extensores do quadril foram realizados exercícios para outros dois grupos musculares, com dois minutos de alongamento e dois minutos de recuperação para cada músculo. Assim, o esforço isométrico foi registrado mais de oito minutos após o primeiro exercício. Embora o último exercício tenha ocorrido 4 minutos antes do registro do esforço, a ação dos demais grupos musculares pode ter atenuado o déficit de força subsequente ao AE.

Ryan et al.² observaram que protocolos de AE com duração de oito minutos acarretaram alterações na rigidez da UMT, que retornavam à condição pré-exercício 10 minutos após o término da sessão. Duração similar à condição AE120 do presente estudo. Alterações na complacência da UMT podem interferir na transmissão de força ao osso, afetando a capacidade de transmissão de força no início da contração muscular e alterar a relação força-comprimento, comprometendo a produção de força máxima^{15,16}. No presente estudo nenhuma alteração significativa foi

observada na TDF e na CVM de mulheres jovens e idosas. A ausência de efeitos agudos nessas variáveis não exclui a possibilidade de modificação nas propriedades da UMT, uma vez que podem ter retornado as condições basais enquanto os demais grupos musculares foram alongados. O intervalo entre o final de cada exercício e início do registro do esforço isométrico também pode ter contribuído para a ausência de efeitos no desempenho neuromuscular. Ressalta-se que as recomendações para rotinas de alongamento incluem exercícios para diferentes grupos musculares¹⁸, o que torna necessário a compreensão de protocolos envolvendo diferentes músculos.

Em relação à atividade EMG, a ausência de efeitos nessa variável pode estar relacionada ao baixo volume de alongamento adotado. Fowles et al.⁵ sugeriram que uma longa duração de alongamento é necessária para promover alterações nas características de ativação muscular. No estudo de Ryan et al.¹², a correlação entre o percentual de ativação e atividade EMG com o decréscimo de força isométrica pode ter sido relacionada a longa duração do protocolo de AE (20 minutos). No presente estudo o alongamento de cada músculo teve durações de um e dois minutos (AE60 e AE120, respectivamente) e a intensidade foi determinada por cada participante.

Até o momento poucos estudos investigaram os efeitos de rotinas de AE no desempenho de idosos. Dos estudos que analisaram o desempenho neuromuscular em idosos^{7,8,12,23}, apenas um evidenciou redução na TDF e na CVM após 90 segundos de alongamento de músculos dos membros inferiores²³. Semelhante ao presente estudo foi proposto um protocolo de AE para diferentes grupos musculares e analisado o esforço isométrico em exercício multiarticular. Apesar do volume de AE ter sido menor comparado à condição AE120 do presente estudo, foram propostos dois exercícios de alongamento para o quadríceps femoral, totalizando 180 segundos. O volume total de AE para o quadríceps e a ordem dos exercícios pode ter influenciado a redução na TDF e na CVM observada.

CONCLUSÃO

Os resultados do estudo evidenciam que volumes de AE em conformidade com as atuais recomendações não interferem no desempenho neuromuscular de mulheres jovens e idosas no exercício *Leg-Press* horizontal. Características como a quantidade de músculos alongados e o tipo de exercício executado devem ser levados em consideração ao se investigar a relação dose-resposta entre o volume de AE e o desempenho neuromuscular. Investigações adicionais com diferentes quantidades de grupos musculares e diferentes atividades no desempenho de força muscular são necessárias.

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

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. ALDG (0000-0001-9592-4959)* e LSPB (0000-0002-4054-3865)*: foram responsáveis pela elaboração do projeto de pesquisa, processamento dos dados, análise estatística e redação do artigo. LSPB (0000-0002-4054-3865)*, MSD(0000-0001-6210-5260)*, SSC(0000-0002-8763-8538)*, NPV(0000-0001-7022-9861)* e SLO (0000-0001-6953-4615)* realizaram os procedimentos experimentais de familiarização ao protocolo de alongamento e mensuração das variáveis de desempenho neuromuscular. Todos os autores contribuíram com o conceito intelectual, discussão dos resultados, revisão crítica e aprovação da versão final do artigo. *ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).

REFERÊNCIAS

- Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(11):2633-51.
- Ryan ED, Beck TW, Herda TJ, Hull HR, Hartman MJ, Costa PB, et al. The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(10):632-9.
- Simic L, Sarabon N, Markovic G. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sports*. 2013;23(2):131-48.
- Behm DG, Button DC, Butt JC. Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol*. 2001;26(3):261-72.
- Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol* (1985). 2000;89(3):1179-88.
- Power K, Behm D, Cahill F, Carroll M, Young W. An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(8):1389-96.
- Gonçalves R, Jurjão AL, Jambassi Filho JC, Farinatti PT, Gobbi LT, Gobbi S. The acute effects of static

- stretching on peak force, peak rate of force development and muscle activity during single- and multiple-joint actions in older women. *J Sports Sci.* 2013;31(7):690-8.
8. Gurjão ALD, Carneiro NH, Gonçalves R, Moura RF, Gobbi S. Efeito agudo do alongamento estático na força muscular de mulheres idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2010;12(3):195-201.
 9. Stafiliadis S, Tilp M. Effects of short duration static stretching on jump performance, maximum voluntary contraction, and various mechanical and morphological parameters of the muscle-tendon unit of the lower extremities. *Eur J Appl Physiol.* 2015;115(3):607-17.
 10. Kay AD, Blazevich AJ. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(1):154-64.
 11. Kubo K, Miyazaki D, Shimizu S, Tsunoda N. Relationship between elastic properties of tendon structures and performance in long distance runners. *Eur J Appl Physiol.* 2015;115(8):1725-33.
 12. Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, Herda AA, Cramer JT. Acute effects of passive stretching of the plantar flexor muscles on neuromuscular function: the influence of age. *Age (Dordr).* 2014;36(4):967-72.
 13. Avela J, Finni T, Liikavainio T, Niemelä E, Komi PV. Neural and mechanical responses of the triceps surae muscle group after 1 h of repeated fast passive stretches. *J Appl Physiol (1985).* 2004;96(6):2325-32.
 14. Herda TJ, Ryan ED, Smith AE, Walter AA, Bemben MG, Stout JR, et al. Acute effects of passive stretching vs vibration on the neuromuscular function of the plantar flexors. *Scand J Med Sci Sports.* 2009;19(5):703-13.
 15. Narici MV, Maganaris CN. Plasticity of the muscle-tendon complex with disuse and aging. *Exerc Sport Sci Rev.* 2007;35(3):126-34.
 16. Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Walter AA, Hoge KM, Cramer JT. Acute effects of passive stretching on the electromechanical delay and evoked twitch properties. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(2):301-10.
 17. Weir DE, Tingley J, Elder GC. Acute passive stretching alters the mechanical properties of human plantar flexors and the optimal angle for maximal voluntary contraction. *Eur J Appl Physiol.* 2005;93(5-6):614-23.
 18. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
 19. Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjær M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20(1):49-64.
 20. Goble DJ, Coxon JP, Wenderoth N, Van Impe A, Swinnen SP. Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. *Neurosci Biobehav Rev.* 2009;33(3):271-8.
 21. Klass M, Baudry S, Duchateau J. Age-related decline in rate of torque development is accompanied by lower maximal motor unit discharge frequency during fast contractions. *J Appl Physiol (1985).* 2008;104(3):739-46.
 22. Onambele GL, Narici MV, Maganaris CN. Calf muscle-tendon properties and postural balance in old age. *J Appl Physiol (1985).* 2006;100(6):2048-56.
 23. Gurjão AL, Gonçalves R, de Moura RF, Gobbi S. Acute effect of static stretching on rate of force development and maximal voluntary contraction in older women. *J Strength Cond Res.* 2009;23(7):2149-54.
 24. Thompson BJ, Ryan ED, Herda TJ, Costa PB, Herda AA, Cramer JT. Age-related changes in the rate of muscle activation and rapid force characteristics. *Age (Dordr).* 2014;36(2):839-49.
 25. LaRoche DP, Lussier MV, Roy SJ. Chronic stretching and voluntary muscle force. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):589-96.
 26. 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):361-74.
 27. Ristanis S, Tsepis E, Giotis D, Zampeli F, Stergiou N, Georgoulis AD. Knee flexor muscle responses under fatigue after harvesting the hamstrings for anterior cruciate ligament reconstruction. [corrected]. *Clin J Sport Med.* 2011;21(4):288-93.
 28. Gonçalves R, Gurjão AL, Jambassi-Filho JC, Gallo LH, Prado AKG, Gobbi S. Influência de variáveis relacionadas ao protocolo experimental no déficit de força muscular mediado pelo alongamento. *Rev Bras Fisiol Exerc.* 2012;11(1):49-53.
 29. McBride JM, Deane R, Nimphius S. Effect of stretching on agonist-antagonist muscle activity and muscle force output during single and multiple joint isometric contractions. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):54-60.