



Revista de Educação Física

Journal of Physical Education

Home page: www.revistadeeducacaofisica.com



Artigo Original

Original Article

Efeito agudo no desempenho de força na cadeira extensora em resposta ao alongamento estático dos músculos antagonistas: um estudo experimental

Acute Effect on Strength Performance in The Leg Extension in Response to The Static Stretching of Antagonist Muscles: An experimental study

Amanda Gomes¹ Esp; Daniele Sarlo da Rocha¹ Esp; Vanessa Fidalgo Monteiro Martins¹ Esp; Luiz Henrique da Silva Lins¹; Michel Moraes Gonçalves^{1,2} MS; Humberto Miranda^{§1} PhD

Recebido em: 06 de maio de 2020. Aceito em: 29 de maio de 2020.

Publicado online em: 28 de julho de 2020.

DOI: 10.37310/ref.v89i1.936

Resumo

Introdução: Praticantes de musculação, de todos os níveis, buscam estratégias eficazes e eficientes para otimizar o treinamento de força. Nesse contexto, o alongamento estático nos músculos antagonistas como aquecimento parece proporcionar melhorias no desempenho de força nos músculos agonistas.

Objetivo: Avaliar o efeito agudo no desempenho de força de quadríceps, no movimento de extensão de pernas, na cadeira extensora, em resposta ao alongamento estático dos músculos antagonistas (isquiotibiais).

Métodos: Estudo experimental, com amostra por conveniência, do qual participaram 14 homens, com experiência em TF. Foram aplicados teste e reteste de 10 repetições em carga máxima (10RM). Antes do treinamento de força, foram realizados dois protocolos com intervalo de 48-72 h, nos quais, durante o aquecimento foram aplicados dois protocolos distintos: a) O tradicional (TR) sem alongamento estático dos músculos antagonistas; e b) com alongamento estático dos isquiotibiais (AEI), os antagonistas aos músculos quadríceps.

Resultados: Não houve diferenças significativas no volume total de trabalho (VTT) entre os protocolos TR (1727,86±697,05Kg) e AEI (1782,14±719,21Kg). No protocolo TR, foram encontradas diferenças significativas no número de repetições das 1ª (9,93±0,27; p=0,001) e 2ª (9,21±0,97; p=0,030) séries em relação ao número de repetições da 3ª série (8,21±1,25). No protocolo AEI, foram encontradas diferenças significativas no número de repetições da 1ª (10,14±0,36) série em relação ao número de repetições das 2ª (9,14±1,10; p=0,010) e 3ª (8,86±1,41; p=0,012) séries.

Conclusão: Em conclusão, realizar 40s de alongamento estático nos isquiotibiais não parece prejudicar o desempenho muscular na cadeira extensora.

Palavras-chave: alongamento, músculos isquiotibiais, músculos quadríceps, carga de treinamento.

Pontos-Chave

- Não houve diferenças significativas no volume total de trabalho (VTT) (intensidade + volume) com a aplicação de alongamento estático dos isquiotibiais (AEI).
- No protocolo de treinamento tradicional (TR) houve diferenças significativas em intensidade (número de repetições) entre as 1ª e 2ª Séries.
- Em AEI houve diferenças significativas em intensidade (número de repetições) da 1ª com as 2ª e 3ª séries.

[§] Autor correspondente: Humberto Miranda – e-mail: humbertomirandaufjr@gmail.com

Afiliações: ¹Laboratório de Desempenho, Treinamento e Exercício Físico da Escola de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LADTEF/EEFD/UFRJ); ²Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx).

Abstract

Introduction: Practitioners at all levels have been looking for effective and efficient strategies to optimize Strength training (ST). In this context, static stretching in antagonistic muscles such as warm-up seems to provide improvements in strength performance in agonist muscles.

Objective: To evaluate the acute effect on strength performance in the leg extension in response to the static stretching of the antagonistic muscles (hamstrings).

Methods: An experimental study, with a convenience sample with 14 men with experience in ST. Test and retest of 10 repetitions maximum (RM) were applied. Before ST, two protocols were performed with an interval of 48-72h, during the warmup, two different protocols were applied: a) traditional without stretching (TR) or b) with static stretching of the hamstrings (SSH), antagonists to the quadriceps muscles.

Results: No significant differences were found in the total workout volume (TWV) between the TR ($1727.86 \pm 697.05 \text{ Kg}$) and SSH ($1782.14 \pm 719.21 \text{ Kg}$) protocols. In the TR protocol, significant differences were found in the number of repetitions in the 1st (9.93 ± 0.27 ; $p=0.001$) and 2nd (9.21 ± 0.97 ; $p=0.030$) sets in relation to the number of repetitions of 3rd set (8.21 ± 1.25). In the SSH protocol, significant differences were found in the number of repetitions in the 1st (10.14 ± 0.36) set in relation to the number of repetitions in the 2nd (9.14 ± 1.10 ; $p=0.010$) and 3rd (8.86 ± 1.41 ; $p=0.012$) sets.

Conclusion: In conclusion, performing 40s of static stretching on the hamstrings does not seem to impair on muscle performance in the leg extension.

Keywords: stretching, hamstrings, quadriceps, training load.

Keypoints

- There were no significant differences in the total volume of work (TVW) (intensity + volume) with the application of static stretching of the hamstrings (AEI).
- In the traditional training protocol (TR) there were significant differences in intensity (number of repetitions) between the 1st and 2nd series.
- In AEI there were significant differences in intensity (number of repetitions) from the 1st to the 2nd and 3rd series.

Efeito agudo no desempenho de força na cadeira extensora em resposta ao alongamento estático dos músculos antagonistas: um estudo experimental

Introdução

O treinamento de força (TF) é um método efetivo para promover adaptações fisiológicas no sistema musculoesquelético tais como: aumento dos níveis de força, potência, hipertrofia e resistência musculares, que podem receber maior ênfase de acordo com o objetivo de cada indivíduo(1). Diretrizes de importantes instituições científicas recomendam a execução de exercícios de aquecimento antes do treinamento de força(2,3). O aquecimento antes do TF proporciona alterações fisiológicas progressivas no tecido muscular e nas articulações; adaptações neurais e até psicológicas que preparam, gradativamente, o indivíduo para o treinamento(4–6). Embora possa ser realizado com exercícios que proporcionem uma preparação geral e

específica(7), é comum que indivíduos recreacionalmente treinados executem exercícios de alongamento estático (AE) antes do TF, isolados ou em conjunto com exercícios específicos(8).

A literatura mostra que o AE produz efeitos agudos na musculatura que podem contribuir para prevenir lesões(9). Além disso, o AE é um dos métodos mais utilizados para o desenvolvimento da flexibilidade(10,11). O *American College of Sports Medicine*(12) recomenda o desenvolvimento da flexibilidade como um componente importante da aptidão física. Sendo assim, realizar o AE antes do TF pode ser uma estratégia eficaz e eficiente de preparação para o treinamento, além de contribuir para a flexibilidade, otimizando a preparação física.

Existem evidências de que realizar AE antes do treino pode diminuir o desempenho em força e potência(13–19), sendo que a maioria desses estudos avaliaram a influência do AE na capacidade de deslocar cargas máximas ou submáximas. Considerando que a carga é o componente de intensidade, que junto com os componentes de volume (número de séries e repetições) integram o volume total de trabalho (VTT), observa-se que a maioria dos estudos não analisaram os efeitos do TF segundo todos os componentes do VTT.

Se, por um lado, existem evidências de que a realização do AE nos agonistas prejudica o volume do desempenho muscular(14,20). Por outro lado, alguns estudos sugerem que realizar AE nos músculos antagonistas, além de não prejudicar, pode até proporcionar melhor desempenho no VTT dos músculos agonistas(21–25). Em indivíduos com experiência em TF foi encontrada melhora no VTT antecedido de AE, caracterizado pelo aumento do número de repetições na mesa flexora e na rosca “Scott”, em comparação com o protocolo sem AE (22) e na puxada horizontal(24). Estudos quanto à realização do AE em músculos antagonistas são escassos na literatura.

Diversos movimentos e atividades esportivas exigem os músculos dos quadríceps(26) e as máquinas guiadas de TF proporcionam ganhos de força isolados, além de possibilitarem a aplicação de maior carga interna de trabalho e maior segurança em comparação com exercícios realizados com pesos livres(27,28). A cadeira extensora é uma excelente opção em programas de treinamento com o objetivo de ganhos de força nos extensores de joelhos. Os isquiotibiais são músculos dos membros inferiores bastante exigidos, principalmente em movimentos de alta velocidade(29) e realizar alongamento neles pode ser um fator importante para a prevenção de lesões(30), além de poder contribuir na melhoria do desempenho desportivo (31). Conhecer os efeitos de combinações de exercícios de força e de alongamento pode ajudar treinadores e praticantes de TF, e de exercícios físicos, a obter resultados dos treinamentos mais eficazes e eficientes.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito agudo no desempenho de força de quadríceps quanto ao componente volume (número total de repetições nas séries de treinamento) do VTT, na cadeira extensora, em resposta ao AE dos músculos antagonistas (isquiotibiais). A hipótese deste estudo é que realizar o AE nos isquiotibiais antes do TF, proporcionará maior VTT em relação ao protocolo intervalo passivo (sem alongamento) no exercício cadeira extensora.

Métodos

Desenho de estudo e amostra

Foi realizado um estudo experimental, de desenho randomizado, contrabalanceado, do tipo “*cross over*”, com amostra por conveniência. Participaram do estudo 14 voluntários do sexo masculino, fisicamente ativos e aparentemente saudáveis, com experiência em TF. Os critérios de inclusão foram os seguintes: ser praticante regular de treinamento de força há pelo menos um ano, com frequência mínima de três vezes por semana; não utilizar nenhuma substância anabolizante; e responder negativamente às questões do - *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q) – questionário que tem por objetivo identificar possíveis limitações e restrições à prática de exercícios físicos, que deve ser aplicado antes de se iniciar um programa de treinamento(32). Os critérios de exclusão foram possuir alguma limitação osteomioarticular que poderia influenciar na mecânica do movimento durante os procedimentos experimentais; ter alguma condição clínica que pudesse se agravar com os testes; ter o hábito de tabagismo; e estar usando alguma substância ergogênica.

Aspectos éticos

Todos os voluntários foram informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e todos os preceitos da pesquisa envolvendo seres humanos contidos na Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil foram observados.

Variáveis de estudo

A variável dependente foi o desempenho de força em VTT dos músculos quadríceps e a variável independente foi alongamento

estático dos músculos isquiotibiais (AEI). Idade, massa corporal, estatura e Índice de Massa Corporal (IMC) foram as covariáveis utilizadas para caracterização da amostra.

Desempenho de força dos músculos quadríceps

Desempenho de força dos músculos quadríceps (variável dependente) foi avaliado nos componentes de intensidade (carga) do VTT – pelo teste de 10 repetições da carga máxima (10RM) na cadeira extensora, e de volume (número de repetições) – pelo teste de repetições máximas. O VTT é calculado pelo produto da carga (kg) pelas repetições em cada série (33). Foram realizados teste e reteste de 10RM, sendo utilizado o maior valor obtido na análise dos dados.

Procedimento experimental

Todos os voluntários passaram por uma anamnese e foram orientados na primeira visita sobre os procedimentos que aconteceriam durante toda a coleta de dados. Neste mesmo dia, também foram coletados os dados de massa corporal, estatura e idade. Depois dos dados iniciais coletados os voluntários foram encaminhados para executarem o teste de 10RM.

Para definição da carga de 10RM, foram realizados teste e reteste em dias não consecutivos com intervalo de 48h-72h entre as sessões. Antes de iniciar o teste e o reteste de 10RM, foi realizado um aquecimento composto por cinco minutos na bicicleta ergométrica da marca Monark® (São Paulo-Brasil), 50W de potência, a aproximadamente 60RPM, seguido de duas séries de 10 repetições na cadeira extensora da marca Physicus® (São Paulo-Brasil), com 50% da carga sugerida por eles para 10RM, duas séries de 10 repetições e intervalo de um minuto entre as séries. Após um minuto do aquecimento específico os voluntários tiveram até cinco tentativas, com cinco minutos de intervalo entre as tentativas, para encontrar a carga máxima para 10RM. Os testes foram interrompidos no momento em que os avaliados executaram o movimento com a técnica incorreta e/ou quando ocorreu falha concêntrica voluntária em 10RM. A maior carga alcançada em ambos os dias foi considerada como a de 10RM. Durante as

sessões de exercícios os indivíduos foram verbalmente incentivados a executarem todas as séries até a falha concêntrica, sendo que as mesmas definições da execução com amplitudes completas, adotadas durante os testes de 10RM, foram usadas para definir uma repetição como validada (23). Os voluntários foram submetidos aos protocolos experimentais, 48h após o reteste de 10RM, nas seguintes condições: a) Protocolo de treinamento Tradicional (TR) sem alongamento estático dos músculos antagonistas (isquiotibiais), no qual os voluntários, após o aquecimento de cinco minutos na bicicleta ergométrica, realizaram três séries com o máximo de repetições possíveis do movimento de extensão de pernas (contração dos músculos agonistas: quadríceps), na cadeira extensora, com um minuto de intervalo e carga de 10RM; b) Protocolo com AEI, no qual os voluntários, após o aquecimento de 5 minutos na bicicleta ergométrica, realizaram um AE, partindo da posição sentada, posicionados com as ambas as pernas estendidas, inclinaram o tronco para frente até alcançar o ponto de leve desconforto, permanecendo nesta posição por 40 segundos. Após o alongamento, foram direto para a cadeira extensora executar a série com o máximo de repetições possíveis, nas mesmas condições do protocolo TR, ou seja, com três séries de um minuto de intervalo entre as séries e carga de 10RM. Os voluntários foram orientados pelo avaliador a realizar os exercícios em cadência de dois segundos. Ambos os protocolos foram realizados por todos os voluntários no mesmo dia, de forma randomizada e contrabalanceada, com intervalo de 30 minutos entre as execuções. Foi registrado o número de repetições que cada voluntário conseguiu executar em cada protocolo. O VTT foi obtido pelo produto da carga (kg) com a intensidade (número de repetições em cada série)(23).

Análise estatística

As estatísticas descritivas apresentadas foram média e desvio-padrão. A normalidade dos dados foi avaliada por intermédio do teste Shapiro-Wilk. Foi realizado o teste estatístico ANOVA de duas vias com medidas repetidas (2 protocolos x 3 séries) para a comparação entre os protocolos e os momentos, seguido de

post hoc de Bonferroni. Foi considerado $p \leq 0,05$ para as análises estatísticas. Os dados foram analisados por intermédio do programa estatístico SPSS, versão 21

Resultados

A amostra, composta por 14 homens, tinha média de idade de 33,57 ($\pm 1,28$) anos, massa corporal com média de 79,57 ($\pm 9,21$) Kg, estatura com média de 175,29 ($\pm 5,00$) cm e média de IMC de 25,91 ($\pm 3,08$) Kg/m².

Os valores descritivos do número de repetições em cada série dos protocolos podem ser observados na Tabela 1.

O Gráfico 1 exibe a comparação das médias do número de repetições obtidos ao longo das três séries nos protocolos de extensão de perna TR e AEI, resultados da ANOVA de duas vias para medidas repetidas. Houve efeito na comparação entre as séries [F (2,00;26,00) = 21,015; $p = 0,0001$]. No protocolo TR, foram encontradas diferenças significativas no número de repetições das 1ª [F(2,00; 26,00) = 21,015; $p = 0,001$] e 2ª séries [F(2,00; 26,00) = 21,015; $p = 0,030$] em relação ao número de repetições da 3ª série. No protocolo AEI, foram encontradas diferenças significativas no número de repetições da 1ª série em relação ao número de repetições das 2ª [F(2,00; 26,00) = 21,015; $p = 0,010$] e 3ª [F(2,00; 26,00) = 21,015; $p = 0,012$] séries.

O teste-T pareado mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa no VTT entre os protocolos, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Discussão

Os principais achados do presente estudo foram que, no protocolo TR, houve diferenças estatisticamente significativas no número de repetições das 1ª e 2ª séries em relação ao número de repetições da 3ª série e que, no protocolo AEI, houve diferenças significativas no número de repetições da 1ª série em relação ao número de repetições das 2ª e 3ª séries (Gráfico 1). Não houve diferença no VTT entre os protocolos (Tabela 2). Corroborando este resultado, um estudo recente que também verificou os efeitos do AEI intra-séries com protocolo sem alongamento, no VTT na cadeira extensora, os autores também não encontraram diferença significativa no VTT da

cadeira extensora entre alongar ou não os isquiotibiais(34).

A ação do músculo agonista pode ser limitada pela respectiva reação do músculo antagonista(35). Existem evidências de que realizar alongamento estático antes do TF diminui a capacidade do músculo de realizar força(8,36,37). Sendo assim, o princípio teórico de se realizar o alongamento estático no músculo antagonista como estratégia para melhorar o desempenho do agonista é a diminuição da coativação e nos estímulos do fuso muscular, com respectivos ganhos na ativação e força muscular do agonista(38), porém, isso não foi observado no presente estudo, nem no trabalho de Souza et al.(34). Uma possível explicação para isso está no tempo em que a musculatura dos isquiotibiais foram submetidas ao AE. Existem indícios de que os efeitos deletérios provocados pelo AE ocorrem a partir de 60s de alongamento(36). No protocolo do presente estudo, os isquiotibiais foram submetidos a 40s de AE. No estudo de Souza et al.(34), apesar do tempo total em cada membro ter sido de 60s, foram realizadas 2séries de 30s, ou seja, o tempo contínuo a que o músculo foi submetido foi menor que 60s, o que pode ter influenciado no resultado de desempenho de força de membros inferiores. Sendo assim, sugere-se novos estudos com o tempo mínimo de AE de 60s.

Outro achado relevante deste estudo é que em ambos os protocolos, TR e AEI, houve queda no número de repetições entre as séries, apresentando comportamento semelhante (Gráfico 1), sem diferença significativa entre os protocolos. Alongar os antagonistas não melhorou o desempenho no VTT. Entretanto, também não prejudicou, como acontece no alongamento dos agonistas(14,20). Diferente dos resultados do presente estudo, foram encontradas melhorias no desempenho no VTT na puxada baixa na polia, após a execução de 40s de alongamento nos antagonistas, em comparação ao protocolo sem alongamento(24). Resultados semelhantes foram encontrados em outro exercício de membros superiores, rosca bíceps no banco “Scott” e, também, em exercício de membros inferiores, a mesa flexora(22). Sendo assim, as diferenças entre os resultados destes trabalhos e o presente estudo não está nas diferenças dos

Tabela 1 – Efeito agudo dos protocolos de extensão de perna: tradicional (TR) – sem alongamento estático e com alongamento estático dos isquiotibiais (AEI), no movimento de extensão de perna na cadeira extensora, sobre o número de repetições em cada série do Volume Total de Trabalho (VTT) (N=14)

Protocolos	Número de Repetições nas Séries					
	S1		S2		S3	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Sem alongamento (TR)	9,93	0,27	9,21	0,97	8,21	1,25
Com alongamento (AEI)	10,14	0,36	9,14	1,10	8,86	1,41

Efeito dos protocolos de extensão de perna sem alongamento estático (TR) e com alongamento estático (AEI) dos músculos antagonistas (isquiotibiais) aos agonistas (quadríceps) do movimento de extensão de perna, na cadeira extensora, sobre o componente de volume (número de repetições em cada série) do Volume Total de Trabalho (VTT). **TR**: tradicional; **AEI**: alongamento estático de isquiotibiais; **S1**: 1ª série, **S2**: 2ª série; **S3**: 3ª série; $p \leq 0,05$.

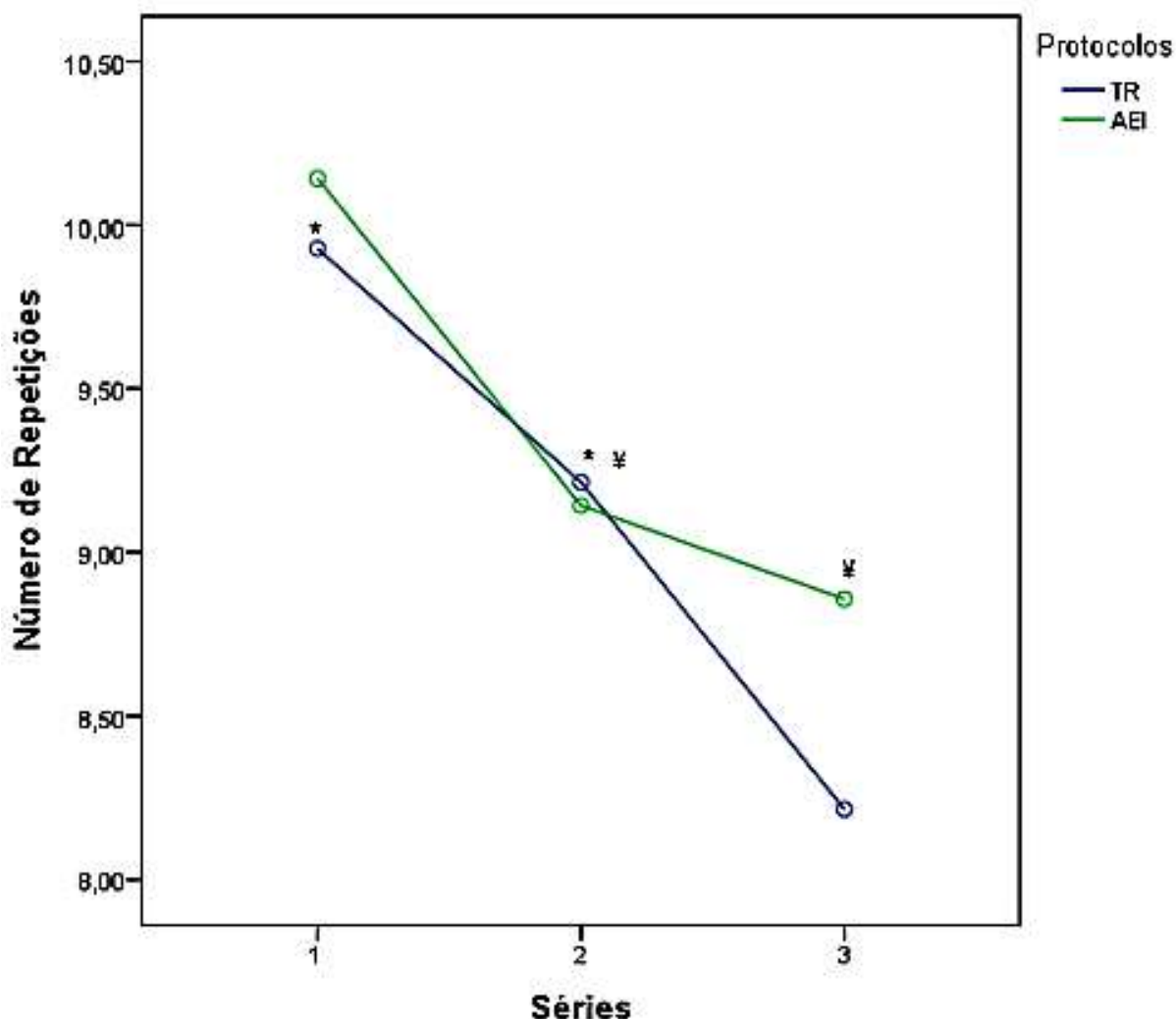


Gráfico 1 – Número de repetições nos protocolos ao longo das 3 séries. **TR**: tradicional (sem alongamento estático dos antagonistas); **AEI**: com alongamento estático de isquiotibiais (antagonistas). * Diferença significativa em relação à série 3; ¥ diferença significativa em relação à série 1 $p \leq 0,05$.

Tabela 2 –Volume Total de Trabalho (VTT) do treinamento de força segundo protocolos: Treinamento Tradicional (TR) e com a aplicação de alongamento estático dos isquiotibiais (AEI), músculos antagonistas

Protocolos	VTT (Kg)		
	Média	DP	P
Sem alongamento (TR)	1727,86	697,05	0,273
Com alongamento (AEI)	1782,14	719,21	

Valores descritivos do VTT (repetições, séries e carga) dos protocolos de extensão de perna sem (TR) e com alongamento estático dos isquiotibiais (AEI) – músculos antagonistas aos agonistas (quadríceps) do movimento de extensão de perna, na cadeira extensora **TR**: tradicional; **AEI**: alongamento estático de isquiotibiais; **VTT**: Volume Total de Trabalho. **P**: p-valor resultado do teste *t* pareado.

grupamentos musculares, mas ocorreram, provavelmente, por causa do volume de treinamento. Enquanto aqueles autores realizaram apenas uma série de repetições máximas, neste estudo foram realizadas três séries. Em outras palavras, o AE de antagonistas pode até proporcionar aumentos significativos no número de repetições em uma série, mas estas adaptações parecem não se manter ao longo de 3 séries e quando realizado o AE intra-séries. Cabe ressaltar que o alongamento estático em antagonistas não prejudicou o protocolo de VTT do presente estudo, aplicado na cadeira extensora.

Sugere-se a realização de novos estudos com tempos e protocolos diferentes de alongamento estático nos antagonistas antes dos exercícios e outros protocolos de volume total de trabalho em diferentes exercícios, como estratégia para melhorar o desempenho no treinamento de força e otimizar o treinamento físico.

Pontos fortes e limitações do estudo

Os pontos fortes do estudo foram que este foi, até o momento, o segundo estudo identificado na literatura a examinar o tema em tela, sendo que este foi realizado utilizando cadeira extensora em equipamento de força isotônica, muito utilizado em academias e centros de treinamento por indivíduos praticantes de TF que buscam melhorar seu desempenho em força muscular, o que possibilita a extrapolação dos presentes achados a outras populações de características semelhantes.

A principal limitação do estudo foi não ter controlado o nível de flexibilidade dos isquiotibiais dos voluntários, uma vez que, em tese, indivíduos menos flexíveis poderiam

obter maiores benefícios com o AE. Além disso, a cadência de execução, embora tenha sido orientada pelo avaliador, não foi rigorosamente controlada, com a utilização de um metrônomo, por exemplo. E por fim, o tempo de alongamento dos músculos antagonistas que foi de 40 segundos.

Conclusão

O presente estudo teve como objetivo verificar o efeito agudo do alongamento estático nos músculos antagonistas no desempenho de força na cadeira extensora. Em conclusão, realizar 40 segundos de AEI antes do TF não parece ter efeito negativo sobre o desempenho muscular na cadeira extensora. Portanto, os resultados indicam que treinadores e praticantes de treinamento de força que tenham interesse em realizar AE antes do TF, como estratégia para otimizar o treinamento físico, podem realizá-lo nos músculos antagonistas, sem a preocupação de prejudicar o desempenho de força.

Declaração de conflito de interesses

Não há nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

Declaração de financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

1. Fleck, Steven J, William K. *Designing Resistance Training Programs*. 4th ed. Human Kinetics; 2014. 520 p.

2. Coburn JW, Malek MH, Association (U.S.) NS& C. NSCA's *Essentials of Personal Training*. 2th ed. Human Kinetics; 2012. 698 p.
3. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 10th ed. Wolters Kluwer; 2017. 472 p.
4. Bishop D. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.). [Online] 2003;33(6): 439–454. Available from: doi:10.2165/00007256-200333060-00005
5. Bishop D. Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warmup. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.). [Online] 2003;33(7): 483–498. Available from: doi:10.2165/00007256-200333070-00002
6. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.). [Online] 2015;45(11): 1523–1546. Available from: doi:10.1007/s40279-015-0376-x
7. Ribeiro AS, Romanzini M, Dias DF, Ohara D, da Silva DRP, Achour A, et al. Static stretching and performance in multiple sets in the bench press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 2014;28(4): 1158–1163. Available from: doi:10.1519/JSC.0000000000000257
8. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*. [Online] 2011;111(11): 2633–2651. Available from: doi:10.1007/s00421-011-1879-2
9. Small K, Mc Naughton L, Matthews M. A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exercise-related injury. *Research in Sports Medicine* (Print). [Online] 2008;16(3): 213–231. Available from: doi:10.1080/15438620802310784
10. Torres EM, Kraemer WJ, Vingren JL, Volek JS, Hatfield DL, Spiering BA, et al. Effects of Stretching on Upper-Body Muscular Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. [Online] 2008;22(4): 1279–1285. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e31816eb501
11. Viveiros L, Polito MD, Simão R, Farinatti P. Respostas agudas imediatas e tardias da flexibilidade na extensão do ombro em relação ao número de séries e duração do alongamento. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. [Online] 2004;10(6): 459–463. Available from: doi:10.1590/S1517-86922004000600002
12. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2011;43(7): 1334–1359. Available from: doi:10.1249/MSS.0b013e318213fefb
13. Bacurau RFP, Monteiro GA, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Cabral LF, Aoki MS. Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 2009;23(1): 304–308. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e3181874d55
14. Barroso R, Tricoli V, Santos Gil SD, Ugrinowitsch C, Roschel H. Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic-, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 2012;26(9): 2432–2437. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e31823f2b4d

15. Church JB, Wiggins MS, Moode FM, Crist R. Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2001;15(3): 332–336.
16. Costa EC, Santos CM dos, Prestes J, Silva JB da, Knackfuss MI. Efeito agudo do alongamento estático no desempenho de força de atletas de jiu- jitsu no supino horizontal. *Fitness & Performance Journal*. 2009;(3): 212–217.
17. Kay AD, Blazevich AJ. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. [Online] 2012;44(1): 154–164. Available from: doi:10.1249/MSS.0b013e318225cb27
18. Power K, Behm D, Cahill F, Carroll M, Young W. An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2004;36(8): 1389–1396.
19. da Silva JJ, Behm DG, Gomes WA, Silva FHD de O, Soares EG, Serpa ÉP, et al. Unilateral plantar flexors static-stretching effects on ipsilateral and contralateral jump measures. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2015;14(2): 315–321.
20. Sá MA, Neto GR, Costa PB, Gomes TM, Bentes CM, Brown AF, et al. Acute Effects of Different Stretching Techniques on the Number of Repetitions in A Single Lower Body Resistance Training Session. *Journal of Human Kinetics*. [Online] Sciendo; 2015;45(1): 177–185. Available from: doi:10.1515/hukin-2015-0018
21. Latella C, Grgic J, Van der Westhuizen D. Effect of Interset Strategies on Acute Resistance Training Performance and Physiological Responses: A Systematic Review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. [Online] 2019;33: S180. Available from: doi:10.1519/JSC.0000000000003120
22. Miranda H, Paz GA, Antunes H, Maia M de F, Novaes J da S. Efeito agudo do alongamento estático nos antagonistas sobre o desempenho de repetições dos agonistas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. [Online] 2014;22(2): 19–26. Available from: doi:10.18511/rbcm.v22i2.4640
23. Miranda H, Maia M de F, Paz GA, Costa PB. Acute Effects of Antagonist Static Stretching in the Inter-Set Rest Period on Repetition Performance and Muscle Activation. *Research in Sports Medicine*. [Online] Taylor & Francis; 2015;23(1): 37–50. Available from: doi:10.1080/15438627.2014.975812
24. Paz A, Willardson J, Simao R, Miranda H. Effects of different antagonist protocols on repetition performance and muscle activation. *Medicina Sportiva*. [Online] 2013;17(3): 106–112. Available from: doi: 10.5604/17342260.1068221
25. Paz G, Maia M, Whinchester J, Miranda H. Strength performance parameters and muscle activation adopting two antagonist stretching methods before and between sets. *Science & Sports*. [Online] 2016;31(6): e173–e180. Available from: doi:10.1016/j.scispo.2016.01.011
26. Rutherford OM, Greig CA, Sargeant AJ, Jones DA. Strength training and power output: Transference effects in the human quadriceps muscle. *Journal of Sports Sciences*. [Online] Routledge; 1986;4(2): 101–107. Available from: doi:10.1080/02640418608732105
27. Schwanbeck S, Chilibeck PD, Binsted G. A comparison of free weight squat to Smith machine squat using electromyography. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 2009;23(9): 2588–2591. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e3181b1b181
28. Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.). [Online] 2018;48(4): 765–785. Available from: doi:10.1007/s40279-018-0862-z
29. Delecluse C. Influence of strength training on sprint running performance. Current findings and implications for training.

- Sports Medicine* (Auckland, N.Z.). [Online] 1997;24(3): 147–156. Available from: doi:10.2165/00007256-199724030-00001
30. Hartig DE, Henderson JM. Increasing Hamstring Flexibility Decreases Lower Extremity Overuse Injuries in Military Basic Trainees. *The American Journal of Sports Medicine*. [Online] SAGE Publications Inc STM; 1999;27(2): 173–176. Available from: doi:10.1177/03635465990270021001
 31. Lehance C, Binet J, Bury T, Croisier JL. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. [Online] 2009;19(2): 243–251. Available from: doi:10.1111/j.1600-0838.2008.00780.x
 32. Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien Des Sciences Du Sport*. 1992;17(4): 338–345
 33. Miranda H, Figueiredo T, Rodrigues B, Paz GA, Simão R. Influence of Exercise Order on Repetition Performance Among All Possible Combinations on Resistance Training. *Research in Sports Medicine*. [Online] Taylor & Francis; 2013;21(4): 355–366. Available from: doi:10.1080/15438627.2013.825800
 34. Souza PA, Teixeira DR, Corte JD, Batista CA de S, Miranda HL, Paz GA, et al. Acute effect of intra-set static stretching on antagonists versus passive interval on the performance of maximum repetitions of agonists in leg extension machine. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. [Online] Universidade Federal de Santa Catarina; 2020;22. Available from: doi:10.1590/1980-0037.2020v22e60225
 35. Carregaro RL, Gentil P, Brown LE, Pinto RS, Bottaro M. Effects of antagonist pre-load on knee extensor isokinetic muscle performance. *Journal of Sports Sciences*. [Online] 2011;29(3): 271–278. Available from: doi:10.1080/02640414.2010.529455
 36. Chaabene H, Behm DG, Negra Y, Granacher U. Acute Effects of Static Stretching on Muscle Strength and Power: An Attempt to Clarify Previous Caveats. *Frontiers in Physiology*. [Online] 2019;10: 1468. Available from: doi:10.3389/fphys.2019.01468
 37. Simic L, Sarabon N, Markovic G. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. [Online] 2013;23(2): 131–148. Available from: doi:10.1111/j.1600-0838.2012.01444.x
 38. Sandberg JB, Wagner DR, Willardson JM, Smith GA. Acute Effects of Antagonist Stretching on Jump Height, Torque, and Electromyography of Agonist Musculature. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. [Online] 2012;26(5): 1249–1256. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e31824f2399