

**A DIMINUIÇÃO DO NÚMERO DE REPETIÇÕES E DO VOLUME TOTAL NO TREINAMENTO DE FORÇA INDUZIDO POR ALONGAMENTO ESTÁTICO É RESTAURADO APÓS 10 MINUTOS**Talisson Santos Chaves<sup>1</sup>, Douglas Salvatori Nickel<sup>2</sup>, João Ricardo Gregório<sup>3</sup>**RESUMO**

O objetivo do estudo foi testar se o tempo de recuperação entre o alongamento e o início da sessão de treinamento de força influencia o número de repetições e o volume total produzidos na sessão. 12 indivíduos saudáveis do sexo masculino participaram deste estudo (28,6 ± 4,5 anos, 87,9 ± 5,9 kg, 177 ± 3,4 cm). Foram elaboradas três sessões experimentais para familiarização e a realização do teste de uma repetição máxima no leg press. Em seguida, foram realizadas mais quatro visitas em ordem aleatória e contra-balanceada com intervalo de 72 horas entre elas. Em cada visita todos os voluntários realizaram inicialmente o protocolo de alongamento estático e posteriormente a sessão de RT. No entanto, o tempo entre o término do protocolo de alongamento e o início da sessão de TR variou nas quatro sessões experimentais (imediatamente após, 5, 10 e 20 minutos após o alongamento). Resultados: O número de repetições e o volume total diminuíram nas sessões realizadas imediatamente ( $p < 0,001$ ) e 5 minutos após o alongamento ( $p < 0,001$ ) quando comparadas à sessão pré-intervenção. No entanto, a diminuição do número de repetições e do volume total foi restaurada nas sessões 10 minutos após ( $p < 0,001$ ) e 20 minutos após ( $p < 0,001$ ) o alongamento, quando comparada à sessão realizada imediatamente após o alongamento. Concluímos que a diminuição do número de repetições e do volume total do exercício resistido induzido pelo alongamento estático é temporária, sendo restaurada após um intervalo de 10 minutos entre o alongamento e o exercício resistido.

**Palavras-chave:** Treinamento Resistido. Exercício de Alongamento Muscular. Desempenho neuromuscular.

1 - MUSCULAB, Laboratório de Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de São Carlos-UFSCar, São Carlos-SP, Brasil.

**ABSTRACT**

Decreasing the number of repeats and the total volume in static stretch-induced strength training is restored after 10 minutes

The aim of the study was to test whether the recovery time between stretching and the beginning of the resistance training session influences the number of repetitions and total volume of the Resistance training session. 12 healthy male individuals participated in this study (28,6 ± 4,5 years, 87,9 ± 5,9 kg, 177 ± 3,4 cm). Three experimental sessions were designed to familiarization and 1 repetition maximum in the leg press. Then, four more visits were carried out in random order and with intervals of 72 hours between them. In each visit all volunteers initially performed the static stretching protocol and subsequently the RT session. However, the time between the end of the stretching protocol and the beginning of the RT session ranged in all four experimental sessions (immediately after, 5-, 10- and 20 minutes after stretching). Results: The number of repetitions and total volume decreased in the sessions performed immediately ( $p < 0,001$ ) and 5 minutes after stretching ( $p < 0,001$ ) when compared to the pre-intervention session. However, the decreased number of repetitions and total volume was restored within 10 ( $p < 0,001$ ) and 20 minutes ( $p < 0,001$ ) after stretching when compared to the session performed immediately after stretching. Conclusion: We concluded that the decrease in the number of repetitions and total volume of the resistance exercise induced by static stretching is temporary, being restored after a 10-minute interval between stretching and resistance exercise.

**Key words:** Resistance Training. Muscle Stretching Exercise. Neuromuscular performance.

2 - CETE, Centro de Traumatologia do Esporte. Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Universidade Federal de São Paulo. São Paulo-SP, Brasil.

3 - Universidade de Uberaba, Uberaba-MG, Brasil.

**INTRODUÇÃO**

O alongamento tem sido comumente utilizado como rotina de aquecimento realizado imediatamente antes dos exercícios físicos, com o objetivo de reduzir o risco de lesões (McHugh e Cosgrave, 2010).

No entanto, a execução do alongamento pode levar a uma capacidade diminuída do músculo em desempenhar níveis máximos de força (Barroso e colaboradores, 2012; Trajano, Nosaka e Blazevich, 2017), o que é conhecido como déficit de força induzido pelo alongamento (DFIA) (Fowles, Sale e MacDougall, 2000). Interessantemente, tem sido demonstrado que o DFIA pode prejudicar o desempenho do treinamento de força (TF).

Por exemplo, Barroso e colaboradores (2012) demonstraram que o alongamento estático realizado imediatamente antes da sessão de TF reduziu o número de repetições e o volume total (i.e., número de repetições x carga externa [VT]) quando comparado a um protocolo sem alongamento.

Nesse sentido, considerando a existência de uma relação dose-resposta entre o volume do TF e o aumento da força máxima (Ralston e colaboradores., 2017) e a massa muscular (Krieger, 2010; Schoenfeld, Ogborn e Krieger, 2017) os autores sugeriram que o alongamento realizado imediatamente antes da sessão de TF poderia prejudicar os ganhos de força e massa muscular (Barroso e colaboradores, 2012).

Posteriormente, essa hipótese foi parcialmente corroborada por Júnior e colaboradores (2017), que relataram que a execução do alongamento imediatamente antes da sessão de TF diminuiu o número de repetições e o volume total, consequentemente prejudicando o ganho de massa muscular, mas não a capacidade máxima de força.

Curiosamente, tem sido demonstrado que o efeito prejudicial causado pelo alongamento na capacidade do músculo em realizar força máxima parece ser temporário (Mizuno, Matsumoto e Umemura, 2014).

Por exemplo, estudo prévio demonstrou que o déficit de força de flexão plantar isométrica máxima após a realização de alongamento estático foi restaurado em 10 minutos (Mizuno, Matsumoto e Umemura, 2014).

Assim, é razoável especular que após a realização do alongamento, é necessário um tempo de recuperação para evitar o DFIA e

consequentemente evitar a diminuição do número de repetições e VT. Isso pode ser particularmente importante, pois se os ganhos de massa muscular são diminuídos em função da diminuição do VT, conforme demonstrado nos achados de Júnior e colaboradores (2017), investigar estratégias que previnam o DFIA e consequentemente a queda do volume na sessão de TF é de extrema relevância.

No entanto, ainda não existem estudos analisando diferentes intervalos de recuperação desde o término do alongamento até o início da sessão de TF e o impacto disso no VT.

Assim, o objetivo do estudo foi testar se o tempo de recuperação entre o alongamento e o início da sessão de treinamento de força influencia o número de repetições e o volume total.

Nossa hipótese foi que o número de repetições e o volume total não irão diminuir após 10 minutos de recuperação entre o alongamento e o início da sessão de TF.

**MATERIAIS E MÉTODOS****Amostra**

Doze indivíduos saudáveis do sexo masculino participaram deste estudo ( $28,6 \pm 4,5$  anos,  $87,9 \pm 5,9$  kg,  $177 \pm 3,4$  cm). Todos realizavam TF de membros superiores e inferiores há pelo menos um ano antes do início do estudo ( $5,5 \pm 2,9$  anos).

Os critérios de inclusão foram: (a) ser jovem (18 a 35 anos), saudável e do sexo masculino (b) estar engajado na prática de TF no mínimo nos últimos 12 meses; (c) ser familiarizado com os exercícios envolvidos na realização do estudo.

Os critérios de exclusão foram: (a) fazer uso de esteroides anabolizantes ou suplemento nutricional que tenha influência no desenvolvimento da performance durante a sessão de TF e/ou metabolismo energético; (b) possuir qualquer limitação musculoesquelética que pudesse interferir na realização dos procedimentos experimentais.

Antes do início do estudo, todos os participantes foram informados sobre os procedimentos, riscos e benefícios, e foram solicitados a fornecer consentimento informado por escrito, nos termos da Declaração de Helsinque e da resolução do Conselho de Saúde do Brasil. A Universidade Federal de São Carlos (UFSCar - 5504)

concedeu o aval ético para a realização do estudo em suas dependências (número de aprovação: 28451220.8.0000.5504).

### **Delineamento experimental**

Os voluntários participaram de sete sessões experimentais durante o estudo para determinar as alterações agudas do alongamento estático no número de repetições e no volume total.

Na primeira visita, foi realizada uma sessão de familiarização com o teste de 1 Repetição Máxima (1-RM) e protocolos de alongamento.

Após 72 horas (2ª visita), os participantes realizavam o teste de 1-RM e, se necessário, outro teste de 1-RM era aplicado caso fosse encontrada uma variação de carga maior que 5% entre os testes 10.

Após mais 72 horas (3ª visita), os voluntários realizaram o teste do número de repetições máximas para quantificar o volume total (VT).

Em seguida, foram realizadas mais quatro visitas em ordem aleatória e contrabalanceada com intervalo de 72 horas entre elas.

Em cada visita todos os voluntários realizaram inicialmente o protocolo de alongamento estático e posteriormente a sessão de TF.

Porém, o tempo entre o término do protocolo de alongamento e o início da sessão de TF variou nas quatro sessões experimentais (imediatamente após, 5, 10 e 20 minutos após o alongamento).

Após cada procedimento descrito acima, o número de repetições e o volume total foram obtidos para execução da análise estatística.

### **Procedimentos**

#### **Teste de uma repetição máxima (1-RM)**

Os testes de 1-Repetição Máxima (1-RM) foram aplicados no Leg Press Máquina 45°, seguindo as orientações descritas por Brown e Weir (2001). Inicialmente, os participantes realizaram um aquecimento geral no cicloergômetro a 20 km · h<sup>-1</sup> durante cinco minutos, seguido de duas séries específicas de aquecimento na máquina Leg Press 45°.

A primeira série consistiu em 8 repetições com 50% da carga estimada de 1-RM obtida durante a sessão de familiarização.

A segunda série consistiu em três repetições com 70% da carga estimada de 1-RM. Um intervalo de descanso de dois minutos foi permitido entre as séries de aquecimento. Após o aquecimento, os voluntários realizaram o teste de 1-RM que foi iniciado com o joelho estendido na amplitude máxima (~ 180° verificado com goniômetro manual), posteriormente realizando a fase excêntrica do movimento até atingir uma angulação de 90° da flexão do joelho, em seguida, retornando à posição inicial.

Até cinco tentativas foram permitidas para determinar o valor de 1-RM da extensão do joelho, com intervalos de três minutos entre as tentativas.

#### **Teste de repetições máximas**

Três séries foram realizadas na máquina Leg Press 45° para cálculo do número de repetições e VT. As séries foram realizadas até a falha muscular concêntrica com 80% da carga de 1-RM. O intervalo de recuperação entre as séries foi de dois minutos. O posicionamento corporal foi reproduzido conforme a sessão de familiarização. O número de repetições durante a sessão de TF foi obtido para análise. O VT foi calculado como a soma do número de repetições multiplicado pela carga externa. Foram incluídas apenas as repetições realizadas com a técnica correta.

#### **Protocolo de alongamento**

O protocolo de alongamento consistiu em três exercícios de alongamento estático que contemplaram os principais grupos musculares recrutados no aparelho Leg Press 45° (alongamento de quadríceps deitado lateralmente, flexão de joelho em decúbito dorsal e toque do dedo do pé sentado) utilizados anteriormente em Barroso e colaboradores (2012).

O primeiro exercício (alongamento do quadríceps) foi realizado com o indivíduo posicionado em decúbito lateral direito com os membros inferiores estendidos e unidos. Em seguida, o indivíduo era orientado a flexionar um dos joelhos a 180° e manter essa posição por 60 segundos. A seguir, o voluntário retornou à posição inicial, girando para o decúbito lateral esquerdo e realizou o mesmo exercício descrito com o outro membro. Os indivíduos repetiram essa série três vezes para cada membro inferior.

O segundo exercício (flexão do joelho em decúbito dorsal) foi realizado com o indivíduo posicionado em decúbito dorsal e com os membros inferiores estendidos. Em seguida, o indivíduo era orientado a flexionar o quadril e um dos joelhos, aproximando a coxa da parte superior do corpo, mantendo essa posição por 60 segundos.

Novamente, cada voluntário retornou à posição inicial e realizou o mesmo exercício com o outro membro. O terceiro exercício (toque do dedo do pé sentado) foi realizado com cada participante iniciando na posição sentada com os membros inferiores estendidos e unidos e com os dois pés em dorsiflexão.

Em seguida, foi realizada uma flexão máxima do quadril, mantendo essa posição por 60 segundos. Três séries de cada exercício foram realizadas com intervalo de descanso de 30 segundos entre elas.

## Análise Estatística

Após inspeção visual dos dados, foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos dados. O teste de Levene foi utilizado para verificar a homogeneidade de variâncias. As variáveis

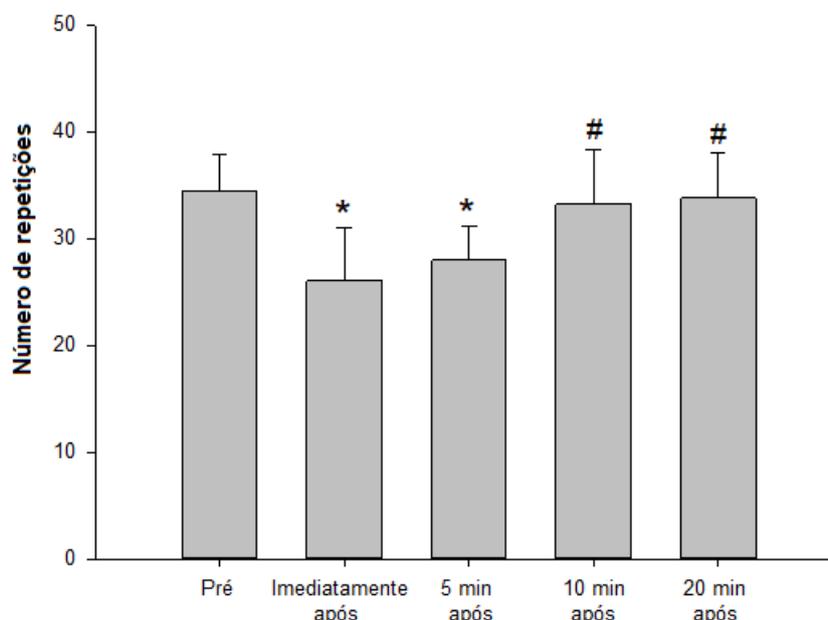
número de repetições e volume total foram analisados pelo procedimento de análise de variância (ANOVA de uma via). Se um valor F significativo foi encontrado, um teste post hoc de Tukey foi aplicado para comparação múltipla. O nível de significância foi estabelecido em  $p < 0,05$ . Todos os testes estatísticos foram realizados no software estatístico SPSS versão 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). Os dados foram apresentados como média  $\pm$  DP.

## RESULTADOS

### Número de Repetições

O número de repetições diminuiu nas sessões de TF realizadas imediatamente após ( $26,1 \pm 4,9$  reps.  $p < 0,001$ ) e 5 minutos após ( $27,1 \pm 3,1$  reps.,  $p = 0,001$ ) o alongamento quando comparado a sessão pré-intervenção ( $34,4 \pm 3,5$  reps.).

No entanto, a diminuição do número de repetições foi restaurada dentro de 10 minutos ( $33,3 \pm 5,1$  reps.  $p < 0,001$ ) e 20 minutos ( $33,8 \pm 4,3$  reps.,  $p < 0,001$ ) após o alongamento quando comparada a sessão realizada imediatamente após o alongamento (figura 1).

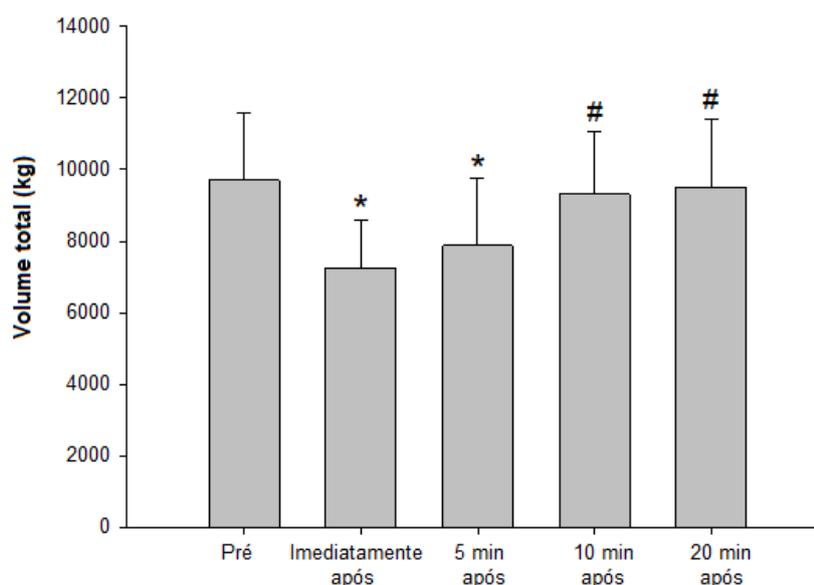


**Figura 1** - Alterações no número de repetições induzido pelo alongamento. \* Diferença significativa da sessão pré-intervenção ( $p < 0,05$ ). # Diferença significativa da sessão imediatamente após o alongamento ( $p < 0,05$ ). Os dados são expressos como média  $\pm$  DP

## Volume total

O volume total da sessão diminuiu nas sessões realizadas imediatamente após (7,252,8 ± 1,319,3 kg,  $p = 0,006$ ) e 5 minutos após (7,454,4 ± 1,389,9 kg,  $p = 0,015$ ) o alongamento quando comparada a sessão pré-intervenção (9,699,2 ± 1,900,5 kg).

Porém, o volume total da sessão foi restaurado quando a sessão de TF foi realizada 10 minutos após (9.316,1 ± 1.765,6 kg,  $p = 0,031$ ) e 20 minutos após (9,506,4 ± 1,914,2 kg,  $p = 0,014$ ) o alongamento quando comparado à sessão realizada imediatamente após o alongamento (figura 2).



**Figura 2** - Alterações no volume total induzido pelo alongamento. \* Diferença significativa da sessão pré-intervenção ( $p < 0,05$ ). # Diferença significativa da sessão imediatamente após o alongamento ( $p < 0,05$ ). Os dados são expressos como média ± DP.

## DISCUSSÃO

No presente estudo o objetivo foi testar se o tempo de recuperação entre o alongamento e o início da sessão de TF afeta o número de repetições e o volume total.

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo que demonstra que a diminuição do número de repetições e do volume total após o alongamento é temporária e é restaurada após 10 minutos.

Conforme esperado, observamos uma diminuição no número de repetições e no VT ao realizar a sessão de TF imediatamente após o alongamento.

Os dados de nosso estudo corroboram estudos anteriores (Barroso e colaboradores, 2012; Júnior e colaboradores, 2017) que demonstraram que realizar o alongamento imediatamente antes da sessão do TF diminui a capacidade de desempenho.

Curiosamente, esse fenômeno parece ocorrer independentemente do estado do

treinamento (indivíduos não treinados vs. treinados) (Barroso e colaboradores, 2012; Júnior e colaboradores, 2017).

É possível que tal efeito tenha ocorrido devido ao DFIA proposto anteriormente (Fowles, Sale e MacDougall, 2000).

Um dos mecanismos propostos para o fenômeno é a desfacilitação/desativação que ocorre no motoneurônio após o alongamento muscular, tal componente é um fator importante que afeta o impulso neural eferente para o músculo diminuindo sua capacidade de produzir força máxima (Trajano, Nosaka e Blazevich, 2017).

No entanto, é válido ressaltar que nosso estudo não investigou qualquer mecanismo relacionado ao fenômeno, e a explicação dos mecanismos permanece especulativa.

Apesar disso, um corpo crescente de evidências demonstra que o alongamento realizado imediatamente antes da sessão de TF pode prejudicar a performance.

Portanto, treinadores e atletas devem evitar a realização de alongamentos se o objetivo principal da sessão de treinamento for gerar um volume total maior.

Além disso, tem-se hipotetizado que a queda no desempenho poderia comprometer as adaptações crônicas do TF (Barroso e colaboradores, 2012).

De fato, a literatura tem mostrado uma relação dose-resposta entre volume e força e ganhos de massa muscular.

Essa hipótese foi testada por Junior e colaboradores (2017), que demonstraram que a realização do alongamento imediatamente antes do treinamento resistido prejudicava os ganhos máximos de hipertrofia muscular, mas não a força máxima.

Além disso, os autores demonstraram que o comprometimento do ganho de massa muscular foi acompanhado por diminuição do volume das sessões de ST, corroborando com a relação dose-resposta entre volume e ganho de massa muscular (Krieger, 2010; Schoenfeld, Ogborn e Krieger, 2017).

No entanto, nossos resultados mostram que o efeito do alongamento estático na diminuição do desempenho é temporário. Em nosso estudo, conforme apresentado anteriormente, o número de repetições e o volume total diminuíram quando a sessão de TF foi realizada imediatamente após o alongamento e permaneceram diminuídos quando a sessão de TF começou 5 minutos após o alongamento. Interessantemente, relatamos que esse efeito foi restaurado após 10 e 20 minutos de recuperação.

Nossos resultados estão de acordo com o estudo anterior que demonstrou que o torque isométrico voluntário máximo é recuperado também em um período de 10 minutos após o alongamento estático (Mizuno, Matsumoto e Umemura, 2014).

Os mecanismos que poderiam explicar a queda e a restauração do desempenho após 10 minutos ainda precisam ser investigados exaustivamente.

Portanto, com base em nossos achados, e considerando uma relação dose-resposta entre os ganhos de volume e massa muscular (Krieger, 2010; Schoenfeld, Ogborn e Krieger, 2017; Brigatto e colaboradores, 2019), é razoável especular que se um intervalo de recuperação de 10 minutos ou mais é aplicado entre o alongamento e o exercício de resistência, é possível que as adaptações de ST não sejam prejudicadas.

No entanto, é necessário a realização de um estudo randomizado-controlado investigando desfechos adaptativos no longo prazo (e.g., hipertrofia muscular) para testar tal hipótese.

Este estudo não foi livre de limitações. Primeiro: apenas indivíduos treinados foram incluídos neste experimento, restringindo nossas conclusões a esta população. Segundo: em nosso projeto foi incluído apenas um exercício resistido (leg press 45°), por isso não se sabe se tais resultados se aplicariam a uma rotina de treinamento mais usual composta por vários exercícios.

Essa limitação pode ter afetado a validade ecológica de nosso estudo. Terceiro: devido ao nosso delineamento, não podemos extrapolar tais conclusões para todos os grupos musculares.

## CONCLUSÃO

Concluimos que a diminuição do número de repetições e do volume total do exercício resistido induzido pelo alongamento estático é temporária, sendo restaurada após um intervalo de 10 minutos entre o alongamento e o exercício resistido.

## REFERÊNCIAS

- 1-Barroso, R.; Tricoli, V.; Santos, G.S.D.; Ugrinowitsch, C.; Roschel, H. Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic-, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond Res.* Vol. 26. Núm. 9. p.2432-7. 2012.
- 2-Brigatto, F.A.; Lima, L.E.M.; Germano, M.D.; Aoki, M.S.; Braz, T.V.; Lopes, C.R. High Resistance-Training Volume Enhances Muscle Thickness in Resistance-Trained Men. *J Strength Cond Res.* 2019.
- 3-Brown, L.; Weir, J. ASEP Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology Online.* Vol.4. p.1-21. 2001.
- 4-Fowles, J.R.; Sale, D.G.; MacDougall, J.D. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* Vol. 89. Núm. 3. p.1179-88. 1985.

5-Júnior, R.M.; Berton, R.; Souza, T.M.; Chacon-Mikahil, M.P.; Cavaglieri, C.R. Effect of the flexibility training performed immediately before resistance training on muscle hypertrophy, maximum strength and flexibility. *Eur J Appl Physiol*. Vol. 117. Núm. 4. p.767-74. 2017.

Recebido para publicação em 15/10/2020  
Aceito em 15/03/2021

6-Krieger, J.W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. *J Strength Cond Res*. Vol. 24. Núm. 4. p.1150-9. 2010.

7-McHugh, M.P.; Cosgrave, C.H. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports*. Vol. 20. Núm. 2. p.169-81. 2010.

8-Mizuno, T.; Matsumoto, M.; Umemura, Y. Stretching-induced deficit of maximal isometric torque is restored within 10 minutes. *J Strength Cond Res*. Vol. 28. Núm. 1. p.147-53. 2014.

9-Ralston, G.W.; Kilgore, L.; Wyatt, F.B.; Baker, J.S. The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. *Sports Med*. Vol. 47. Núm. 12. p.2585-601. 2017.

10-Schoenfeld, B.J.; Ogborn, D.; Krieger, J.W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci*. Vol. 35. Núm. 11. p.1073-82. 2017.

11-Trajano, G.S.; Nosaka, K.; Blazevich, A.J. Neurophysiological Mechanisms Underpinning Stretch-Induced Force Loss. *Sports Med*. Vol. 47. Núm. 8. p.1531-41. 2017.

E-mail dos autores:

[talisson.chaves@estudante.ufscar.br](mailto:talisson.chaves@estudante.ufscar.br)

[dns\\_2901@hotmail.com](mailto:dns_2901@hotmail.com)

[joaoricardo.ufscar@gmail.com](mailto:joaoricardo.ufscar@gmail.com)

Autor correspondente:

Talisson Santos Chaves, MSc; PhD student (PIPGCF-UFSCar).

[talisson.chaves@estudante.ufscar.br](mailto:talisson.chaves@estudante.ufscar.br)

MUSCULAB - Laboratório de Adaptações Neuromusculares ao Treinamento de Força, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de São Carlos - UFSCar  
Rod. Washington Luiz, km 235, SP. 310,  
Código postal 13565-905, São Carlos-SP, Brasil.