

Artigo Original

Efeito do alongamento unilateral no desempenho de força contralateral



S. Barbosa-Netto^{a,*}, L.G. Veloso^b, O.S. d'acelino-e-Porto^a e M.B. de Almeida^a

^a Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Sergipe/L'esporte-NUPAFISE, São Cristóvão, Brasil

^b Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Sergipe/PIIC-PROEST, São Cristóvão, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 16 de outubro de 2015

Aceite a 11 de maio de 2016

On-line a 6 de setembro de 2016

Palavras-chave:

Exercício

Força

Handgrip

R E S U M O

Objetivos: Nosso objetivo foi identificar os efeitos de um alongamento unilateral no desempenho da força de contração voluntária máxima ipsilateral e contralateral em função do gênero.

Método: A amostra foi composta de 80 estudantes universitários assintomáticos (44 mulheres, 36 homens), independentemente do nível de atividade física (21.3 ± 3.7 anos, 166.7 ± 8.8 cm, 64.6 ± 16.0 kg). A contração voluntária máxima foi medida em ambos os membros em repouso, e depois de três séries de 20 s de alongamento passivo unilateral no membro dominante (20 min de intervalo). Os dados foram analisados estatisticamente pela ANOVA de dois entradas com medidas repetidas.

Resultados: Os resultados apresentaram diferença significativa na contração voluntária máxima pré e pós-alongamento (32 ± 13 vs. 29 ± 12 kgf e 31 ± 13 vs. 28 ± 12 kgf, para controle e alongado, respectivamente, p < 0.001), contudo sem diferenças entre os membros alongado e controle (p = 0.951), sendo que os homens apresentaram maiores perdas de força que as mulheres (p < 0.001).

Conclusão: Nossos resultados sustentam a premissa de que os efeitos deletérios do alongamento sobre a força não se devem apenas a fatores mecânicos, como complacência muscular. É possível que a inibição neural tenha reflexo na redução da força.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Efecto del estiramiento unilateral en rendimiento de la fuerza contralateral

R E S U M E N

Objetivos: Nuestro objetivo fue identificar los efectos de un estiramiento unilateral en el rendimiento de la fuerza de contracción voluntaria máxima ipsilateral y contralateral en función del género.

Método: La muestra estuvo compuesta por 80 estudiantes universitarios asintomáticos (44 mujeres, 36 hombres), con independencia del nivel de actividad física (21.3 ± 3.7 años, 166.7 ± 8.8 cm, 64.6 ± 16.0 kg). La contracción voluntaria máxima se midió en ambas extremidades en reposo, y después de tres series de 20 s de estiramiento pasivo unilateral en el miembro dominante (20 min de intervalo). Los datos fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA de dos entradas con medidas repetidas.

Resultados: Los resultados mostraron una diferencia significativa en la contracción voluntaria máxima antes y después del estiramiento (32 ± 13 vs. 29 ± 12 kgf y 31 ± 13 vs. 28 ± 12 kgf, para el grupo control y el de estiramiento, respectivamente, p < 0.001), pero no hubo diferencias entre los miembros de los grupos de estiramiento y de control (p = 0.951), mientras que los hombres mostraron una mayor pérdida de fuerza que las mujeres (p < 0.001).

Conclusiones: Nuestros resultados apoyan la premissa de que, los efectos nocivos del estiramiento sobre la fuerza, no sólo se deben a factores mecánicos, como la complacencia muscular. Es posible que la inhibición neural tenga reflejo en la reducción de la fuerza.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: barbosa.netto@yahoo.com.br (S. Barbosa-Netto).

Effect of unilateral stretching on contralateral strength performance

A B S T R A C T

Keywords:
Exercise
Strength
Handgrip

Objectives: Our aim was to identify the effects of a unilateral stretching on both stretched and non-stretched maximal voluntary contraction by gender.

Method: Sample was composed of 80 asymptomatic college students (44 females, 36 males), regardless of physical activity level (21.3 ± 3.7 years, 166.7 ± 8.8 cm, 64.6 ± 16.0 kg). Maximal voluntary contraction was measured on both members at rest, and after three sets of 20 s unilateral passive stretching exercise on dominant member (20 min interval). Data were analyzed by two way repeated measures ANOVA.

Results: Results showed a significant difference on pre and post-stretching maximal voluntary contraction (32 ± 13 vs 29 ± 12 kgf y 31 ± 13 vs 28 ± 12 kgf, for control and stretching, respectively, $p < 0.001$), with no difference for stretching and control members ($p = 0.951$), while men showed a greater loss of strength than women ($p < 0.001$).

Conclusion: our results sustain the premise that deleterious effects of stretching on strength are not only due to mechanical factors, as muscle complacence. It is possible that neural inhibition has reflection in reduction of strength.

© 2016 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Apesar das evidências científicas não sustentarem a premissa de que o alongamento tem ação favorável na prevenção¹ ou recuperação de lesões², na redução da dor muscular de início tardio³ ou ainda na performance esportiva⁴, seu uso continua sendo frequentemente observado na etapa inicial de sessões de treinamento de qualquer natureza, independentemente da técnica utilizada⁵. O tipo de alongamento mais utilizado na prática cotidiana parece ser o alongamento estático. Uma das razões para essa afirmação, é que o indivíduo tem o controle tanto da postura quanto da tensão muscular facilitando o aprendizado dessa técnica⁶. Além disso, essa técnica consiste num estiramento aplicado lento e gradualmente com força constante até o limite individual, evitando a estimulação do reflexo de estiramento, proporcionando um maior ganho de amplitude no movimento articular^{5,6}. Contudo, esse mesmo tipo de alongamento tem sido associado à perda da força máxima de contração e potência muscular^{7,8}.

Muito embora a disponibilidade de estudos verificando estes efeitos seja ampla, os mecanismos determinantes da redução da performance da força muscular pós-alongamento não são claros⁹. As principais propostas se dividem entre os fatores neurais¹⁰ e os miogênicos^{11,12}. Neste sentido, Young et al.¹⁰ apresentaram, através de eletromiografia, uma diminuição na atividade elétrica do músculo, o que sugere a possibilidade de uma inibição de mecanismos neurais. Em contrapartida, os estudos de Nelson et al.¹² e Nelson et al.¹¹ propõem que os fatores mecânicos podem englobar as alterações induzidas pelo alongamento na relação comprimento-tensão de um músculo.

Outros estudos sugerem que o principal efeito do alongamento passivo está relacionado com o aumento muscular (hipertrofia) que pode alterar a relação comprimento-tensão do músculo. Essa hipertrofia geraria o aumento do sarcômero e isso ocasionaria o encurtamento da distância muscular, diminuindo assim a velocidade de contração e a produção de força devido à relação da força-velocidade que está diminuída¹¹. Chalmers¹³ e Esposito et al.¹⁴ relatam que modificações mecânicas, como a diminuição da rigidez na unidade músculo-tendínea, e alterações neuromusculares, como um limiar de ativação do eixo muscular maior e uma diminuição na excitabilidade reflexa espinhal, foram observadas após administração aguda de alongamento.

Todavia, os estudos conduzidos até o momento têm adotado métodos que se diferenciam do treinamento cotidiano ou até

inviabilizam uma aplicação prática do conhecimento. Por exemplo, Avela et al.¹⁵ investigaram os efeitos de 1 h de alongamento dinâmico repetitivo sobre a força de contração voluntária máxima (CVM) (estática) da flexão plantar contralateral. Para tanto, construíram um ergômetro de tornozelo específico. Apesar de estar bem estabelecido que durações curtas do alongamento não induzem perdas significativas na geração da força⁷, o tempo prolongado (1 h) encontra-se muito além das rotinas observadas no cotidiano. Por outro lado, Trajano et al.¹⁶, apesar de utilizarem uma proposta de alongamentos mais compatível com algo habitual (5×60 s de alongamento estático com intervalo de 15 s), verificaram seus efeitos sobre a força dos flexores plantares de forma isocinética, o que também se distingue de ações esportivas ou cotidianas.

Outro aspecto a se considerar diz respeito ao gênero, pois também não ficou claro se homens e mulheres respondem de forma diferente a esta interação entre alongamento e força⁷, visto que, em geral, os estudos contemplam amostras de único gênero. Além disso, a literatura mostra que não está bem estabelecido se a redução da força pós-alongamento é decorrente de fatores centrais (neurais) ou periféricos (musculares). Hipotetizamos que a força deve ser reduzida em ambos os membros após o alongamento, independentemente de gênero. Sendo assim, o objetivo do estudo é identificar os efeitos de um alongamento unilateral no desempenho da força de CVM ipsilateral e contralateral em função do gênero.

Método

Para verificar a validade de nossa hipótese, que o alongamento reduz a força de CVM tanto no membro alongado quanto no não-alongado, investigamos o efeito do alongamento unilateral nos músculos do antebraço em ambos os membros. O estudo foi conduzido num delineamento transversal de teste-reteste. Os participantes foram convidados a realizar três testes de prensão manual em ambos os braços, dominante e não dominante. O primeiro teste serviu para a familiarização com o aparelho. O alongamento (variável independente) foi realizado no braço não dominante 20 min após os testes de força, seguido por mais dois mensurações de força no handgrip.

Amostra

A amostra foi composta por conveniência por um grupo de 80 estudantes universitários (36 homens, 44 mulheres), jovens,

Tabela 1

Descrição da amostra e comparação entre homens e mulheres

	Todos	Homens	Mulheres	p
Amostra	80	36	44	
Idade (anos)	21.3 ± 3.7	22.0 ± 4.1	20.7 ± 3.4	0.125
Estatura (cm)	166.7 ± 8.8	174.0 ± 6.3	160.8 ± 5.3*	<0.001
Massa Corporal (kg)	64.6 ± 16.0	76.3 ± 15.9	55.0 ± 7.5*	<0.001

* significa p < 0.001 em relação ao sexo masculino.

assintomáticos, praticantes ou não de exercício físico (tabela 1). A maior parte do grupo foi composta por indivíduos destros (77 indivíduos). Todos os indivíduos foram informados sobre os procedimentos e riscos experimentais e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido informado antes do início do teste. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Institucional.

Delineamento experimental

Em um único dia, foi testada em ambos os membros a CVM através de um dinamômetro (Saehan, República da Coreia) em três tentativas consecutivas com um intervalo de 2 min entre elas. A primeira execução serviu para familiarização ao aparelho. Foi considerado o melhor resultado entre as duas tentativas subsequentes para caracterização da força de preensão de mão dos indivíduos. Os indivíduos foram encorajados verbalmente ao longo do teste com o intuito de alcançarem seu melhor desempenho¹⁷.

Após o teste de força, os indivíduos repousaram por um período de 20 min, sem que fosse realizado qualquer tipo de esforço com os membros superiores. Em seguida, foi realizado um alongamento estático passivo unilateral no membro não dominante para mão e antebraço (extensão de punho com o cotovelo a 180° e ombro fletido a 90°). O alongamento foi feito em três séries de 20 s intervalado com um breve relaxamento do membro, totalizando 60 s de alongamento. O ângulo final de cada movimento foi determinado pela sensação de leve desconforto¹⁸ reportada pelos indivíduos. Imediatamente após, foi feita uma nova medida de CVM (em dois tentativas), com intervalos de 2 min, nos membros alongado e não alongado.

Análise estatística

Após a identificação da normalidade da distribuição pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0.05$), a força de CVM foi comparada pela ANOVA de dois fatores com medidas repetidas, observando-se as comparações entre grupos em relação ao membro e ao gênero, e dentro dos grupos em relação ao momento da medida (pré-teste vs. pós-teste), seguida de post hoc de Tukey quando apropriado. Também foram identificados os níveis de força de acordo com gênero e idade dos valores de referência propostos por Vianna et al.¹⁷. Foi adotado um nível de significância de 5%. Todos os cálculos foram efetuados pelo software estatístico SPSS 20.0 (IBM, EUA).

Resultados

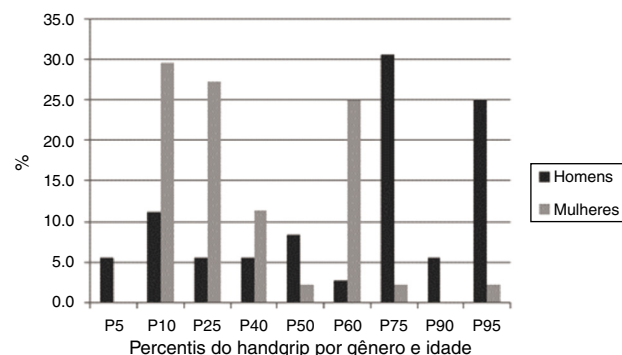
Houve diferença significativa entre pré-teste e pós-teste tanto para o grupo como um todo ($p < 0.001$), como em cada gênero ($p < 0.001$), sendo a redução da força mais expressiva entre os homens ($p < 0.001$) (tabela 2). Os homens também apresentaram mais força do que as mulheres ($p < 0.001$), sendo que a maior parte (61%) foi classificada acima do percentil 75 para o gênero, enquanto mais de dois terços das mulheres (68%) foram consideradas abaixo do percentil 50 (fig. 1). Por fim, as respostas de cada membro ao experimento (controle vs. alongado) foram similares ($p = 0.951$) e sem distinção por gêneros ($p = 0.481$) (tabela 2).

Tabela 2

Média ± desvio-padrão da força de contração voluntária máxima dos membros alongado e controle

Grupo	Membro	Pré-teste (kgf)	Pós-teste (kgf)
Todos (n=80)	Controle	31.6 ± 13.3	28.6 ± 12.1*
	Alongado	31.5 ± 13.1	28.2 ± 12.1*
Mulheres (n=44)	Controle	21.3 ± 4.9*	19.6 ± 4.3***
	Alongado	22.2 ± 5.8**	20.6 ± 5.4***
Homens (n=36)	Controle	44.1 ± 8.8	39.6 ± 9.0*
	Alongado	43.0 ± 10.0	39.2 ± 9.9*

* p < 0.001 em relação ao pré-teste; ** p < 0.001 em relação ao sexo masculino.

**Figura 1.** Classificação do nível de força de preensão manual de acordo com sexo e idade.

Discussão

O objetivo deste estudo foi identificar os efeitos do alongamento unilateral no desempenho da força muscular ipsilateral e contralateral em função do gênero. Os resultados indicam claramente que há uma redução da magnitude da contração muscular máxima após o protocolo de alongamentos, mesmo no membro não alongado. Estes resultados refutam a ideia de que a redução da força pós-alongamento seja em decorrência apenas de uma alteração no estado dos tecidos contráteis. Em adendo, apesar dos homens terem apresentado uma queda mais acentuada da força, o mesmo fenômeno foi observado nas mulheres.

Estudos anteriores destacaram haver uma relação neural entre os membros treinado e não treinado. Os mesmos reportaram situações em que a força unilateral de um membro era influenciada pelo treinamento de força contralateral^{19,20} e até mesmo pelo treinamento (efeito crônico) de alongamento contralateral²¹. Adamson et al.¹⁹ mencionaram que a adaptação neural observada após o treinamento de força máxima melhorou a capacidade de desenvolver rapidamente a força. Trajano et al.²² constataram que houve uma diminuição na ativação da unidade motora e na atividade eletromiográfica imediatamente após o alongamento passivo dos flexores plantares. Além desses mecanismos, outros sistemas neurais podem estar envolvidos na redução de CVM, como a ativação de nociceptores e inibição gerada pelo órgão tendinoso de Golgi, que contribuem para redução da excitabilidade do motoneurônio alfa²³.

Porém, também existem evidências de que o alongamento reduz tanto a resposta da CVM²⁴ como a submáxima²⁵ quando precedem exercícios de força. Como citado anteriormente, ainda não há uma comprovação ou consenso na literatura quanto aos mecanismos fisiológicos que levam a diminuição da força máxima com o pré-alongamento. Alterações mecânicas, como mudança das características da unidade músculo-tendínea, e neurais, como redução no comando da unidade central, são consideradas como os mecanismos principais que causam a limitação na força máxima e potência de saída induzida por alongamento^{9,14,25}.

Ao se comparar a força entre homens e mulheres por meio de valores brutos, são esperados níveis mais elevados de força para o sexo masculino. No entanto, a classificação por percentis permite uma comparação mais equiparada, em função dos ajustes para sexo e faixa etária. Ainda assim, em nossa amostra, a maioria dos homens mostrou-se com níveis de força equivalentes ao percentil 75 ou superior, ao passo que nas mulheres a maioria do grupo obteve resultados variando entre os percentis 10–50. Deste modo, pode-se assumir que o efeito deletério do alongamento na capacidade de contração muscular não seja dependente do nível de força de cada indivíduo, pois o fenômeno foi similar em ambos os sexos.

Quanto ao gênero, Vianna et al.¹⁷ ratificaram que os homens tendem a ser mais fortes que as mulheres. A análise discriminada por sexo demonstrou que tanto em homens quanto em mulheres a perda de força de preensão manual foi inversamente relacionada à idade, com redução média de 30 e 28% para homens e mulheres, respectivamente. Todavia, cabe destacar que houve diferença quanto à idade a partir da qual se observa um declínio mais expressivo da força, sendo para homens em torno dos 30 anos e para mulheres a partir dos 50 anos.

O tipo de alongamento adotado em nosso estudo (estático) tem sido reportado na literatura como aquele que tende a causar estes efeitos contraproducentes na geração da força subsequente, ao menos de forma aguda^{7,8}. Ao nosso melhor conhecimento, apenas 2 estudos observaram um efeito neural contralateral do alongamento sobre a força. Young et al.¹⁰ e Da Silva et al.²⁶ identificaram uma redução na atividade eletromiográfica após o alongamento mesmo no membro não alongado, o que sugere a inibição de mecanismos neurais.

Todos os procedimentos foram realizados em um único dia, o que poderia ser considerada uma limitação do estudo. Não obstante, um intervalo de 20min entre os testes permite a total recuperação dos níveis de força, visto que períodos mais curtos (2min) já se mostram suficientes para evitar a fadiga²⁷. Apesar do presente estudo não ter utilizado um aparelho de eletromiografia, o alto número de indivíduos participantes confere confiabilidade aos nossos resultados. Sendo assim, o presente estudo sustenta a premissa de que os efeitos deletérios do alongamento sobre a força não são apenas devidos a fatores mecânicos, como a complacência muscular. É possível que a inibição neural tenha reflexo na redução da força. Conclui-se que mesmo um exercício de alongamento exclusivamente unilateral é capaz de reduzir tanto a força muscular contralateral como ipsilateral, e que esta resposta ocorre similarmente tanto em homens quanto em mulheres.

Responsabilidades éticas

Proteção de pessoas e animais. Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos responsáveis da Comissão de Investigação Clínica e Ética e de acordo com os da Associação Médica Mundial e da Declaração de Helsinki.

Confidencialidade dos dados. Os autores declaram ter seguido os protocolos do seu centro de trabalho acerca da publicação dos dados de pacientes.

Direito à privacidade e consentimento escrito. Os autores declaram ter recebido consentimento escrito dos pacientes e/ou sujeitos mencionados no artigo. O autor para correspondência deve estar na posse deste documento.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Lewis J. A systematic literature review of the relationship between stretching and athletic injury prevention. *Orthop Nurs*. 2014;33(6):312–20.
- Torres R, Ribeiro F, Alberto Duarte J, Cabrij JM. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2012;13(2):101–14.
- Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011;(7):CD004577.
- Yamaguchi T, Takizawa K, Shibata K. Acute effect of dynamic stretching on endurance running performance in well-trained male runners. *J Strength Cond Res*. 2015;29(11):3045–52.
- Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A. El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Rev Andal Med Deporte*. 2012;5(3):105–12.
- Achour Junior A. Exercícios de Alongamento: anatomia e fisiologia. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2010.
- 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.
- 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.
- Trajano GS, Seitz L, Nosaka K, Blazevich AJ. Contribution of central vs. peripheral factors to the force loss induced by passive stretch of the human plantar flexors. *J Appl Physiol* (1985). 2013;115(2):212–8.
- Young W, Elliott S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Res Q Exerc Sport*. 2001;72(3):273–9.
- Nelson AG, Allen JD, Cornwell A, Kokkonen J. Inhibition of maximal voluntary isometric torque production by acute stretching is joint-angle specific. *Res Q Exerc Sport*. 2001;72(1):68–70.
- Nelson AG, Heise GD. Acute stretching exercises and vertical jump stored elastic energy. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28:S156.
- Chalmers G. Re-examination of the possible role of Golgi tendon organ and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomech*. 2004;3(1):159–83.
- Esposito F, Limonta E, Cè E. Time course of stretching-induced changes in mechanomyogram and force characteristics. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011;21(5):795–802.
- 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.
- Trajano GS, Nosaka K, B Seitz L, Blazevich AJ. Intermittent stretch reduces force and central drive more than continuous stretch. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(5):902–10.
- Vianna LC, Oliveira RB, Araújo CG. Age-related decline in handgrip strength differs according to gender. *J Strength Cond Res*. 2007;21(4):1310–4.
- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, 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. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–59.
- Adamson M, Macquaide N, Helgerud J, Hoff J, Kemi OJ. Unilateral arm strength training improves contralateral peak force and rate of force development. *Eur J Appl Physiol*. 2008;103(5):553–9.
- Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, Gandevia SC. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. *J Appl Physiol* (1985). 2005;99(5):1880–4.
- Nelson AG, Kokkonen J, Winchester JB, Kalani W, Peterson K, Kenly MS, et al. A 10-week stretching program increases strength in the contralateral muscle. *J Strength Cond Res*. 2012;26(3):832–6.
- Trajano GS, Seitz LB, Nosaka K, Blazevich AJ. Can passive stretch inhibit motoneuron facilitation in the human plantar flexors? *J Appl Physiol* (1985). 2014;117(12):1486–92.
- Rubini EC, Costa AL, Gomes PS. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*. 2007;37(3):213–24.
- Mizuno T, Matsumoto M, Umemura Y. Stretching-induced deficit of maximal isometric torque is restored within 10 minutes. *J Strength Cond Res*. 2014;28(1):147–53.
- Trajano G, Pinho C, Costa P, Oliveira C. Static stretching increases muscle fatigue during submaximal sustained isometric contractions. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015;55(1–2):43–50.
- Da Silva JJ, Behm DG, Gomes WA, Silva FH, Soares EG, Serpa EP, et al. Unilateral plantar flexors static-stretching effects on ipsilateral and contralateral jump measures. *J Sports Sci Med*. 2015;14(2):315–21.
- Sonne MW, Hodder JN, Wells R, Potvin JR. Force time-history affects fatigue accumulation during repetitive handgrip tasks. *J Electromyogr Kinesiol*. 2015;25(1):130–5.