

## Artigo original

# Influência da flexibilidade no desenvolvimento da força muscular

## *Influence of flexibility in the development of muscular strength*

Thiago Pereira\*, Gilmar Weber Senna\*\*, Sidney Cavalcante da Silva\*\*\*

\*CEPAC- Universidade Gama Filho (UGF) – RJ, \*\*Escola de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Rio de Janeiro (EEFD/UFRJ), \*\*\*Universidade Católica de Petrópolis (UCP) – RJ, Comitê Olímpico Brasileiro (COB) – RJ

### Resumo

**Introdução:** O objetivo do estudo foi verificar a influência dos exercícios de alongamento, no desenvolvimento da força quando realizados antes de exercícios resistidos. **Métodos:** A amostra foi composta por um grupo de 26 sujeitos do sexo masculino, com idades entre 17 e 29 anos ( $21,41 \pm 3,09$ ), massa corporal de 73,96 kg ( $\pm 8,61$  kg) e estatura de 175,10 cm ( $\pm 5,65$  cm). Foram realizados teste e reteste de cargas no supino horizontal (SH), para 10RM, em dias não consecutivos. Depois, em entrada alternada, realizaram-se dois dias de experimento compostos por uma série de 10RM no SH, sendo um dia precedido por alongamento (CA) utilizando duas séries de 30 segundos, com 30 segundos de intervalo entre as mesmas e o outro não (SA). **Resultados:** Após a análise estatística por meio do teste t de Student pareado observamos uma redução significativa ( $p < 0,001$ ) no número de repetições máximas na situação CA. **Conclusão:** Logo, nossos dados nos permitiram concluir que a execução prévia de duas séries de 30 segundos de um alongamento estático antes do SH provoca uma redução significativa no desenvolvimento da força máxima.

**Palavras-chave:** treinamento de força, treinamento de flexibilidade, supino horizontal.

### Abstract

**Introduction:** The aim of this study was to verify if exists any influence of the stretch exercise on strength standard when executed before strength training. **Methods:** The sample was composed of a group of 26 male-subjects, 17 to 29 years old ( $21.41 \pm 3.09$ ), body mass 73.96 kg ( $\pm 8.61$  kg) and height 175.10 cm ( $\pm 5.65$  cm). Tests and re-tests of load were made on the bench press for 10RM, in non-consecutive days. After that, in alternative entry, they executed a serie of 10RM on the bench press, a day preceded by stretch exercises and the other day without. The static stretch exercises were divided into 2 series of 30 seconds each, with 30 seconds of interval between them. **Results:** After statistic analysis through a t-paired test was observed a significant decrease ( $p < 0,001$ ) on the number of repetitions of the bench press, after the static stretch exercises protocol used on this study. **Conclusion:** We can conclude that the static stretch exercises before the strength training on the bench press cause decrease of the number of maximum repetitions.

**Key-words:** strength training, flexibility training, bench press.

Recebido em 4 de julho de 2011; aceito em 11 de agosto de 2011.

**Endereço para correspondência:** Sidney Cavalcante da Silva, Rua Dr. Paulo Herve, 708/201, 25665-132 Petrópolis RJ, E-mail: sidney.cavalcante@cob.org.br

## Introdução

O alongamento estático (AE) é comumente utilizado com a finalidade de preparar a musculatura para determinado gesto atlético, assim como forma de aquecimento prévio a realização de programas de treinamento de força (TF) [1]. O *American College of Sports Medicine* [2] recomenda a incorporação de exercícios de flexibilidade e de TF, dentro de um programa de treinamento. Contudo, a utilização de exercícios de flexibilidade aliados a uma rotina de TF tem despertado o interesse da comunidade científica, visto que existem evidências que apontam uma controvérsia na relação dos exercícios de alongamento quanto à proteção ao músculo, bem como a redução no risco de lesões [3-6].

Evidências acerca da utilização do AE antecedendo o salto vertical [7-9] tem demonstrado ocorrer reduções quando comparados a outros métodos de aquecimento como, por exemplo, saltos submáximos (aquecimento específico), bem como a não utilização de aquecimento (grupo controle) [10]. Também foram observados decréscimo da atividade neuromuscular através de eletromiografia [7] mostrando decréscimo significativo no desenvolvimento do salto vertical quando precedido pelo AE.

Evotovich *et al.* [11] não encontraram diferença do sinal eletromiográfico nas condições pré e pós alongamento, no entanto, fazendo uso da mecanomiografia, observaram que a realização AE antes de atividades esportivas gerava uma queda no desenvolvimento da força devido a uma diminuição na rigidez músculo tendínea. Provavelmente por este motivo, também observamos diminuições da performance da força muscular em estudos com aparelhos isocinéticos e exercícios de membros inferiores testados a uma repetição máxima (1RM) [12-14].

Apesar de a literatura ser quase unânime em mostrar uma relação inversa entre AE e força, o trabalho de Nelson *et al.* [15] apresenta uma relação entre a força de endurance e os exercícios de AE divididos em dois experimentos. Para tanto, os autores avaliaram a força a 60, 50 e 40% da massa corporal de cada indivíduo em duas situações diferentes, pré e pós-alongamento dos posteriores de coxa, com duração total dos alongamentos de aproximadamente 15 minutos. Ambos os experimentos foram realizados por seis dias diferentes, sendo quatro dias com alongamento. Os resultados obtidos foram de uma queda de 24% no padrão de força no grupo que realizou o movimento com 60%, de 28% no grupo que realizou 50% e 9,8% no grupo que realizou com 40% do peso corporal. A partir dos dados encontrados os pesquisadores concluíram que exercícios de AE de alta duração deveriam ser evitados antes de performances de força de endurance máximas.

Recentemente, Endlich *et al.* [16] verificaram reduções significativas do desenvolvimento da força com cargas de 10RM no *leg press*, quando precedidos por 8 e 16 minutos de alongamentos. Já para o supino horizontal (SH) esta redução só foi observada com 16 minutos de alongamentos. Contudo

entre a execução dos alongamentos e o teste de 10 RM, os indivíduos foram submetidos a um aquecimento específico com carga equivalente a 50% da carga de teste, o que poderia influenciar positivamente o desenvolvimento da força [17].

Embora a literatura aponte para reduções no desenvolvimento da força muscular, quando precedida por exercícios de flexibilidade nos membros inferiores, parece haver uma lacuna quanto à relação destes dois tipos de treinamento em membros superiores, no que diz respeito ao volume e a intensidade comumente utilizada em programas de atividades físicas [18]. Portanto, o presente estudo teve como objetivo investigar a influência do AE no desenvolvimento da força muscular no exercício de supino horizontal.

## Material e métodos

### Sujeitos

Foram estudados 26 sujeitos do sexo masculino com idades entre 17 e 29 anos ( $21,41 \pm 3,09$ ), massa corporal de 73,96 kg ( $\pm 8,61$  kg) e estatura de 175,10 cm ( $\pm 5,65$  cm). Todos os indivíduos estudados eram fisicamente ativos, e envolvidos no treinamento de força de membros superiores por pelo menos 6 meses, treinando três vezes na semana. Todos foram informados sobre os possíveis desconfortos do estudo, como, por exemplo, a dor muscular de início tardio, além dos riscos, não descartados, de lesão na coleta dos dados do presente estudo, bem como responderam negativamente aos itens do Questionário PAR-Q [19] e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil.

### Teste de 10 Repetições Máximas (10RM)

O teste e o reteste de 10 RM foram realizados em dois dias não consecutivos. Os testes decorreram no supino horizontal (SH), que foi executado com pesos livres. A obtenção da carga de 10RM foi dada a partir de no máximo três tentativas. Para os indivíduos que ultrapassaram ou ficaram aquém das 10 repetições máximas, foram efetuados os ajustes necessários de carga para cada sujeito. Visando reduzir a margem de erro no teste de 10RM, foram adotadas as seguintes estratégias: a) instruções padronizadas de modo que o avaliado estivesse ciente de toda a rotina que envolvia a coleta de dados, antes de sua execução; b) o avaliado foi instruído sobre a técnica de execução do exercício, para reduzir um efeito do aprendizado nos escores obtidos; c) o avaliador estava atento quanto à posição adotada pelo praticante no momento da medida [20].

Após 48 horas da realização dos testes de carga, foram conduzidos os retestes da carga de 10RM. Uma excelente reprodutibilidade das cargas foi verificada entre o teste e o reteste de 10RM, através do coeficiente de correlação intraclassa ( $r = 0,99$ ). Durante os testes, cada sujeito realizou três tentativas para o exercício, com cinco minutos de intervalo

entre as tentativas. Técnicas padronizadas do exercício foram demonstradas para cada sujeito antes da execução de cada teste. Não foram permitidas pausas entre as fases concêntricas e excêntricas nas repetições ou entre as repetições. Para as repetições serem bem sucedidas, o completo ângulo de movimento, como é normalmente definido para o exercício, tiveram de ser completados.

## Procedimento experimental

O experimento consistiu em duas visitas realizadas em dias não consecutivos com entradas alternadas, com intervalo mínimo de quarenta e oito horas entre as mesmas, quando o SH foi executado em duas condições de pré-exercício, com (CA) e sem alongamento (SA). Na visita (CA) foi realizado um exercício de alongamento que consistiu no indivíduo deitado em decúbito ventral, com os braços e pernas estendidas no prolongamento do corpo e as palmas das mãos voltadas para o solo. O avaliador abduz o braço do avaliado segurando-o pela palma das mãos, buscando a união das mãos até o ponto de desconforto. O alongamento foi executado de forma estática dividido em duas séries de 30 segundos, o que, segundo ACSM [3], é o tempo necessário para o aumento da flexibilidade pelo método estático. Entre as duas séries foi dado um intervalo de 30 segundos, e após a realização dos alongamentos foi dado o intervalo de 1 minuto para execução do SH com a carga de 10RM pré-estipulada. A visita (SA) foi realizada da seguinte maneira, foram executadas 10RM no SH na condição SA. Os participantes foram instruídos a realizar o número máximo de repetições no SH, assim como encorajados verbalmente durante o teste. A velocidade de execução foi controlada pelos próprios indivíduos. O número de repetições realizadas por cada indivíduo nos diferentes dias foi anotado com precisão para a análise posterior.

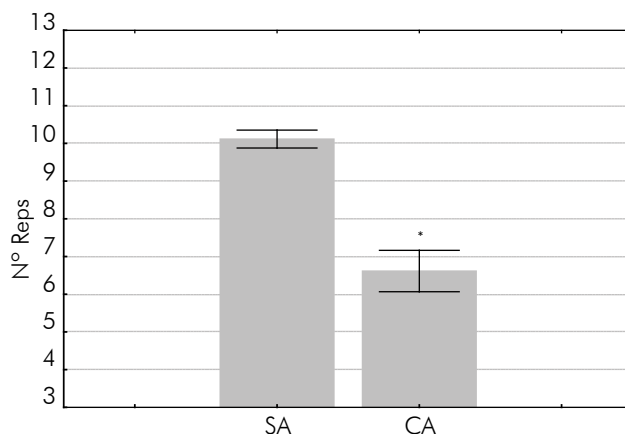
## Análise estatística

Para analisarmos a influência do alongamento sobre a força, foi utilizado o teste t de *Student* pareado, a fim de comparar o número máximo de repetições realizadas no exercício supino horizontal precedido ou não pelo alongamento. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ , para tal foi utilizado o *software Statistica* versão 7.0 (*Statsoft, Tulsa, USA*). Com o intuito de verificar a reprodutibilidade da carga assim como maior acurácia da medida de força, foi realizado o coeficiente de correlação intraclassa através do *software SPSS* versão 13.0 (*SPSS Inc., Chicago, IL*).

## Resultados

A Figura 1 demonstra os resultados do número de repetições realizadas no SH nas duas distintas condições, SA (10,11  $\pm$  0,58) e CA (6,61  $\pm$  1,35). A condição CA resultou em um número de repetições significativamente inferior a condição SA ( $p = 0,001$ ).

**Figura 1** - Teste de 10 repetições máximas nas condições sem alongamento (SA) e com alongamento (CA). Valores expressos com média  $\pm$  desvio padrão (DP). Teste t-student pareado. Diferenças significativas estabelecidas quando  $p < 0,001$ .



## Discussão

O estudo analisou a influência do AE sobre o desenvolvimento da força máxima no SH. Para tanto, foi utilizado o tempo de estímulo recomendado pelo American College of Sports Medicine [2] para aumento da flexibilidade, (2 séries de 30 segundos). Com base nos dados apresentados podemos verificar a influência que o AE exerceu sobre o desenvolvimento da força, na amostra estudada, apresentando uma queda extremamente acentuada com a utilização do alongamento antes da execução do SH (figura 1). Contudo, quando vamos à literatura observamos que a maioria dos trabalhos que abordam o tema utiliza tempos de alongamento demasiadamente elevados, ultrapassando as recomendações supracitadas, e os dados apresentados em nosso estudo [1].

Endlich *et al.* [16], utilizando o SH com 10 RM, observaram uma diminuição no número de repetições quando precedidas por uma sessão de alongamento de 16 minutos. No entanto, quando a mesma era realizada após uma sessão de alongamentos inferior a oito minutos isto não foi possível. Acreditamos que essa resposta pode estar associada ao aquecimento a 50% da carga que os indivíduos eram submetidos após os 8 minutos de aquecimento, o que pode ter influenciado de forma positiva o desenvolvimento da força. Sendo assim, esses escores podem ter sofrido alterações pelo aumento da potência muscular decorrente de um pré-exercício [17].

Ao compararmos os dados desse estudo com o nosso experimento, verificamos uma diferença bem significativa quanto aos resultados. Contudo, ao observarmos a metodologia aplicada, verificamos que os autores não realizaram reteste de carga. Este fato pode ter contribuído para tornar a carga máxima utilizada no trabalho, em submáxima, o que poderia explicar a não observância de uma diferença significativa para o SH realizado após alongamento, mesmo utilizando um tempo de estímulo 8 vezes maior do que o utilizado em nosso estudo. No mesmo estudo trabalhando com 10 RM

para o exercício extensão de pernas no *leg press*, os autores observaram reduções no número de repetições para o exercício tanto após 8 como para 16 minutos de alongamento, com reduções de 4,2% e 14,3% respectivamente. Isto nos leva a crer que independentemente do tipo de exercício executado, quanto maior o tempo de alongamento maior a prevalência de diminuição nos níveis de força de maneira aguda.

Arruda *et al.* [21] também observaram o efeito deletério da força quando precedida por exercícios de alongamento no supino reto na máquina para 10RM. Como no estudo de Rhea e Kenn [17], os autores não realizaram reteste de carga também, o que pode ter causado mudanças na carga utilizada na coleta. Além disso, utilizaram um tempo de estímulo para os alongamentos em torno de 5 minutos. Isto reforça mais ainda a hipótese de que quanto maior o tempo de alongamento antes da execução de um exercício de força maior a probabilidade de termos um efeito negativo sobre o desenvolvimento dessa força, mesmo que essa carga não seja realmente de 10RM.

Nelson *et al.* [15] avaliaram a força de endurance de membros inferiores através de um teste de carga submáxima, a 40, 50 e 60% do peso corporal de cada indivíduo, demonstrando quedas de 9,8%, 28% e 24% respectivamente, após uma sessão de 15 minutos de alongamento estático. Os dados apresentados nos levam a crer que quanto mais baixa a sobrecarga utilizada, menor a queda relativa no desenvolvimento da força de endurance. Tendo em vista que em nosso experimento utilizamos a intensidade de 10RM, carga recomendada para o treinamento da força muscular [19], o estudo de Nelson *et al.* [15] vem a corroborar com o nosso estudo, mostrando que quanto mais próximo do máximo se encontra a sobrecarga aplicada maior é o percentual de influência exercido pelo exercício de alongamento no desenvolvimento da força muscular de forma aguda.

Após analisarmos diferentes evidências disponíveis na literatura, observamos haver um número reduzido de estudos que buscaram verificar a influência do alongamento no desenvolvimento da força muscular com 10RM, já que, na maioria dos casos, os dados foram obtidos a partir de testes de 1RM ou em aparelhos isocinéticos. Adicionalmente a este fato, observamos que o tempo total de alongamento utilizado varia muito oscilando entre 5 e 20 minutos [11-14].

Cargas mal estabelecidas associadas a longos períodos de alongamentos podem ser uma combinação que propicie decréscimo no desenvolvimento da força máxima. Na contramão da literatura observamos que a utilização de carga máxima bem estabelecida associada a um reduzido tempo total de alongamento ( $\pm 1$  min e 30 seg) também pode promover reduções significativas na força máxima como observado em nossos dados.

A literatura não é precisa nem consensual, mas apresenta algumas hipóteses para justificar a redução na força máxima, de maneira aguda, em detrimento de exercícios de AE. Kubo *et al.* [22] relatam que os exercícios de AE alteram as

propriedades viscoelásticas da unidade músculo tendínea, o que reduz a tensão passiva e causa rigidez na unidade motora, diminuindo a capacidade do sistema músculo esquelético de gerar força e tensão. Evetovich *et al.* [11], apesar de não terem encontrado em seu estudo diferença significativa no sinal eletromiográfico após o AE, acreditam que uma maior habilidade para gerar torque, sem alongamento prévio, está mais associada a rigidez na unidade músculo-tendão, do que o total de unidades motoras ativadas. Wilson *et al.* [23] relatam que um sistema músculo tendíneo mais maleável devido ao alongamento, apresentaria diminuição de seu comprimento, o que levaria a uma ausência de sobrecarga, até que os componentes elásticos do sistema se ajustassem de maneira adequada possibilitando a transmissão de força. Nesse momento, o componente contrátil se encontraria em uma posição menos favorável em termos de produção de força, isso explicaria a queda na produção de força.

## Conclusão

O presente estudo sugere que os exercícios de alongamento estático podem inibir a capacidade máxima de desenvolver força a cargas de 10RM, de maneira aguda. Esses resultados parecem estar em consonância com os de outros estudos apresentados na literatura.

Além disso, é importante que sejam realizados estudos que possam verificar a influência da flexibilidade nos exercícios com cargas de 10RM em séries subsequentes, assim como experimentos crônicos sobre as respostas do treinamento de força aliado a uma rotina prévia de alongamentos, fazendo uso de diferentes tipos de exercícios.

## Referências

1. Rubini EC, Costa ALL, Gomes PSC. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med* 2007;37:213-24.
2. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 7<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
3. Shellock FG, Prentice WE. Warming up and stretching for improved physical performance and prevention of sport-related injuries *Sports Med* 1985;2:267-78
4. Shrier I. Should people stretch before exercise? *West J Med* 2001;174:282-3.
5. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ* 2002;325:1-5.
6. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Med* 2007;37:1089-99.
7. Wallmann HW, Mercer JA, Landers MR. Surface electromyographic assessment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2008;22:787-93.
8. Robbins JW, Scheuermann BW. Varying amounts of acute static stretching and its effects on vertical jump performance. *J Strength Cond Res* 2008;22:781-6.

9. Thompsen AG, Kackley T, Palumbo MA, Faigenbaum AD. Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. *J Strength Cond Res* 2007;21:52-6.
10. Burkett LN, Phillips WT, Ziuraitis J. The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. *J Strength Cond Res* 2005;19:673-6.
11. Evetovich TK, Nauman NJ, Conley DS, Todd JB. Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography and mecanography during concentric isokinetic muscle actions. *J Strength Cond Res* 2003;17:484-8.
12. Kokkonen J, Nelson AG, Cornwell A. Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Res Q Exerc Sport* 1998;69:411-5.
13. Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. Acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res* 2004;18:236-41.
14. Fowles JR, Sale DG, MacDougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol* 2000;89:1179-88.
15. Nelson AG, Kokkonen J, Arnall DA. Acute muscle stretching inhibits muscle strength endurance performance. *J Strength Cond Res* 2005;19:338-43.
16. Endlich PW, Farina GR, Dambroz C, Gonçalves WLS, Moysés MR, Mill JR, et al. Efeitos agudos do alongamento estático no desempenho da força dinâmica em homens jovens. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15:200-3.
17. Rhea MR, Kenn JG. The effect of acute applications of whole-body vibration on the iTonic platform on subsequent lower-body power output during the back squat. *J Strength Cond Res* 2009;23:58-61.
18. American College of Sports Medicine. Position stand on progression models in resistance exercise for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41: 687-708.
19. Shephard, RJ. PAR-Q, Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. *Sports Med* 1988;5:185-95.
20. Monteiro W, Simão R, Farinatti P. Manipulação na ordem dos exercícios e sua influência sobre número de repetições e percepção subjetiva de esforço em mulheres treinadas. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11:146-50.
21. Arruda FLB. A influência do alongamento no rendimento do treinamento de força. *Revista Treinamento Desportivo* 2006;7:1-5.
22. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 2001;90:520-7.
23. Wilson GJ, Murphy AJ, Pryor JF. Muscletendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *J Appl Physiol* 1994;76:2714-9.