

Efeito agudo do alongamento estático sobre a força muscular isométrica

Acute effect of static stretching on isometric muscle strength performance

Gabriel Vasconcellos de Lima Costa Silva¹; Anderson Luiz Bezerra da Silveira²; Fabrício Di Masi³; Cláudio Melibeu Bentes⁴; Humberto Lameira Miranda⁵; Jefferson da Silva Novaes⁶

¹Mestrando em Biodinâmica do Movimento Humano – UFRJ/EEFD, RJ, Graduado em Educação Física – UFRRJ, Seropédica, RJ, Membro do Grupo de Estudos em Treinamento de Força – UFRJ/EEFD, RJ – Pesquisador do Laboratório de Fisiologia e Desempenho Humano – UFRRJ/DEFD, Seropédica. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

²Doutorando pelo Programa Multicêntrico em Ciências Fisiológicas, Sociedade Brasileira de Fisiologia – SBFis/UFRRJ, Brasil, Professor do curso de Educação Física – UFRRJ, Seropédica, RJ, Líder do Laboratório de Fisiologia e Desempenho Humano – UFRRJ/DEFD, Seropédica, RJ, Pesquisador do Laboratório de Fisiologia Cardiovascular e Farmacologia – UFRRJ/DCF, Seropédica. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

³Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Enfermagem e Biociências, Doutorado, PPGEnfBio – UNIRIO, Professor do curso de Educação Física – UFRRJ, Seropédica, Líder do Laboratório de Fisiologia e Desempenho Humano – UFRRJ/DEFD, Seropédica, RJ, Pesquisador do Laboratório de Biociências da Motricidade Humana – LABIMH/UNIRIO. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

⁴Mestrando em Biodinâmica do Movimento Humano – UFRJ/EEFD, RJ, Membro do Grupo de Estudos em Treinamento de Força – UFRJ/EEFD. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

⁵Doutor em Engenharia Biomédica – Univap/SP, Professor Adjunto – EEFD/UFRJ, RJ, Professor do Grupo de Estudos em Treinamento de Força – UFRJ/EEFD, RJ, Professor do Programa de Mestrado *Stricto Sensu* em Biodinâmica do Movimento Humano – UFRJ/EEFD. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

⁶Pós-Doutor – Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal, Professor do curso de Educação Física – UFRJ, RJ, Líder do Grupo de Estudos em Treinamento de Força – UFRJ/EEFD, RJ, Professor do Programa de Mestrado *Stricto Sensu* em Biodinâmica do Movimento Humano – UFRJ/EEFD. Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

Endereço para correspondência

Gabriel Vasconcellos de Lima Costa e Silva
Av. Carlos Chagas Filho, Cidade Universitária,
21941-590 – Rio de Janeiro, RJ – Brasil.
gabriel_bill04@hotmail.com

Resumo

Objetivo: Verificar o efeito agudo do alongamento estático sobre a força muscular estática. **Métodos:** Participaram 25 sujeitos saudáveis, com experiência em treinamento de força, divididos aleatoriamente. Um grupo realizou dois testes de prensão manual precedido de alongamento dos músculos flexores do punho com amplitude articular até o ponto de desconforto, com sustentação do movimento por 30 segundos. O outro grupo realizou os mesmos testes sem ser precedido por nenhum tipo de exercício. Após 48 horas, os grupos inverteram o protocolo de treinamento. Para comparação entre as médias nos diferentes testes a análise estatística utilizada foi teste “t” para amostras não pareadas. **Resultados:** Foi verificada uma tendência de redução de força ($p=0,06$) em homens; e reduções estatisticamente significativas ($p\leq 0,05$), nas mulheres, ambos com melhor desempenho, quando apenas o teste de prensão manual foi executado. **Conclusão:** O protocolo de alongamento adotado neste estudo, causa de forma aguda, efeito negativo na produção de força isométrica.

Descritores: Exercício; Exercício de alongamento muscular; Força muscular; Treinamento de resistência.

Abstract

Objective: Verify the acute effect of static muscle stretching on isometric muscle strength. **Methods:** A total of 25 healthy young subjects with strength training experience randomly participated in the study. A group performed two hand-grip tests preceded by static stretching with range of motion to discomfort point, during 30 seconds. The other group performed the same tests without any exercise before. After 48 hours, the groups have reversed the training protocol. To compare the means of different tests the Student’s unpaired t-test was performed. **Results:** When only the hand-grip test was performed, a tendency to reduction ($p=0.06$) was verified in men, and statistical reductions ($p\leq 0.05$) in women. **Conclusion:** The stretching protocol used in present study promoted an acute deficit on isometric strength performance.

Key words: Exercise; Muscle strength; Muscle stretching exercises; Resistance training.

Introdução

Historicamente sempre foram feitas postulações não científicas acerca das atividades que envolvem alongamento muscular¹. Estes exercícios comumente são utilizados antes e depois dos físicos, sejam eles recreacionais ou visando alto rendimento. Percebe-se que, em diferentes lugares do mundo, indivíduos realizam alongamento e aquecimento como preparação para os exercícios físicos principais. Com o passar dos anos, tal exercício foi posto como uma prática que melhora o desempenho e reduz o risco de lesões. No entanto, tal hipótese parece controversa, visto que publicações recentes questionam sua utilização convencional antecedendo exercícios^{1, 2, 3}.

Além da questionada capacidade de redução de lesões, o argumento de melhorar o desempenho físico também é muito utilizado para respaldar a prática de alongamentos. Apesar de estudos não encontrarem relação entre alongamentos de curta duração e perda de desempenho^{4, 5}, diversas pesquisas demonstraram que a utilização de alongamento muscular pré-exercício parece trazer efeitos negativos ao desempenho, sobretudo, quando a atividade requer alta demanda de produção de força^{6, 7, 8, 9, 10}. Além disso, a força muscular é considerada um dos principais componentes da aptidão física e saúde¹¹.

Até o presente momento, poucos estudos avaliaram o efeito agudo do alongamento sobre a força muscular isométrica em pequenos grupos musculares^{12, 13}, pois a grande parte dos trabalhos encontrados na literatura que analisaram populações aparentemente saudáveis utilizou grandes grupos musculares^{4, 7, 14, 15, 16}. Apesar de Knudson e Noffal¹² sugerirem que alongamentos estáticos a partir de 20 a 40 segundos de duração para flexores de punho podem causar perda de força isométrica para jovens saudáveis, não foram encontrados estudos na literatura que comparem o efeito do alongamento estático para flexores de punho sobre a força isométrica envolvendo indivíduos com experiência em treinamento de força e que utilizassem única série de

alongamento. Nessa direção, a mensuração da força de preensão manual, além de ser simples, não envolver consideráveis gastos e possuir boa capacidade preditiva, pode possuir grande valia para triagem em programas e pesquisas em atividades físicas e desportivas¹⁷. Principalmente em atividades que podem sobrecarregar os músculos da articulação de punho, ou seja, atividades que exigem pegadas vigorosas repetitivas, como a ação de martelar, escalar, jogar tênis ou segurar objetos¹⁸.

Tendo em vista que a aplicação dos métodos de alongamento muscular pode alterar a capacidade de produção de força, e que o método estático parece ser o mais difundido em centros de condicionamento físico e ambientes desportivos em geral^{4, 19, 20}, neste estudo, tem-se como objetivo investigar o efeito agudo do método de alongamento estático (AE) sobre a força isométrica dos músculos envolvidos na preensão manual de jovens saudáveis com experiência prévia em treinamento de força.

Material e métodos

Amostra

A amostra foi composta por 25 indivíduos de ambos os sexos, sendo 10 mulheres (23,4 ± 4,2 anos) e 15 homens (20 ± 3 anos). As variáveis características descritivas da amostra estão apresentadas na Tabela 1. Após esclarecimentos fornecidos por exposição oral e escrita sobre os procedimentos inerentes ao estudo e baseados nas determinações institucionais da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, todos os indivíduos selecionados manifestaram formalmente a concordância em participar da pesquisa, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (protocolo nº 006771).

Os indivíduos que mostraram interesse prévio foram contatados pessoalmente, sendo agendada uma reunião para esclarecimentos sobre os procedimentos e possíveis riscos e com-

promissos durante o estudo. Após a reunião, os voluntários foram submetidos a uma entrevista, na qual foram incluídos ou excluídos da amostra. Foram adotados como critérios de inclusão indivíduos, com experiência prévia em exercícios de força, fisicamente ativos; faixa etária entre 18 e 30 anos e liberados clinicamente pela avaliação médica. Já os critérios de exclusão foram adotados para os que apresentassem alguma lesão ou limitação para o trabalho de força, histórico de lesões em membros superiores, hiper ou hipomobilidade, tabagismo e sedentarismo. Após a seleção dos sujeitos, todas as etapas e procedimentos do estudo foram explicados a eles.

Procedimento de coleta de dados

Quatro visitas foram realizadas em dias não consecutivos, no mesmo horário. Na primeira visita, os sujeitos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, foram submetidos a uma avaliação antropométrica e familiarização ao teste de força máxima isométrica usando o *handgrip dynamometer* (Jaymar 5030JI, USA). A segunda visita consistiu em dois testes máximos de preensão manual para familiarização com o aparelho. Na terceira visita, a amostra foi dividida aleatoriamente em dois grupos. O grupo do treinamento de alongamento (GA) realizou teste de preensão manual precedido de alongamento dos músculos flexores do punho com amplitude articular até o ponto de desconforto de dor muscular, com sustentação do movimento por 30 segundos²¹. O grupo do treinamento de força (GF) realizou o mesmo teste sem nenhuma intervenção prévia. Após 48 horas de intervalo, todo o protocolo foi repetido, entretanto os dois grupos executaram o protocolo oposto ao realizado.

Análise dos dados

As análises foram feitas por meio do programa estatístico *GraphPad Prism*, versão 5.01 (*GraphPad software Inc.*, USA), utilizando o teste "t" de Student para amostras independentes para a comparação entre as médias, e o índice de sig-

nificância adotado foi $p \leq 0,05$. Todas as variáveis analisadas neste estudo apresentaram uma distribuição normal após o teste de Shapiro-Wilk.

Tabela 1: Dados descritivos dos sujeitos envolvidos no estudo

Sexo	Masculino	Feminino	Ambos
Idade (Anos)	20 ± 3,0	23,4 ± 4,2	21,7 ± 3,6
Massa (kg)	70,4 ± 15,1	59,5 ± 5,8	64,9 ± 10,4
Estatura (cm)	171,2 ± 6,5	161,5 ± 8,7	166,4 ± 7,6
IMC	24,1 ± 3,0	23 ± 2,0	23,8 ± 2,0
IP	58,8 ± 2,6	41,41 ± 4,9	50,1 ± 3,8

(IMC=índice de massa corporal; IP=índice ponderal. Os dados estão descritos como média ± SEM)

Resultados

Para o sexo masculino apesar de não ser encontrada diferença significativa entre os grupos para a força isométrica dos músculos envolvidos na preensão manual ($p=0,06$), pode-se observar uma tendência de redução sobre a capacidade de produzir força isométrica após AE. O valor médio de força estática do GF foi $44,53 \pm 7,76$ kg/N, enquanto que o GA foi $39,33 \pm 7,84$ kg/N (Figura 1).

Para o sexo feminino foi encontrada diferença significativa entre os grupos para força isométrica dos músculos envolvidos na preensão manual ($p \leq 0,05$). O valor médio de força isométrica do GF foi $26,0 \pm 3,02$ kg/N, enquanto que o GA foi $22,0 \pm 3,70$ (Figura 2).

Discussão

O objetivo neste estudo foi verificar o efeito agudo do AE sobre a produção de força muscular estática em kg/N, após 30 segundos de AE. Nesse sentido, os principais resultados demonstraram que para o sexo masculino houve uma tendência de redução dos níveis de força isométrica (11,68%, $p=0,06$), enquanto no feminino essa redução apresentou uma diferença significativa entre o GA e o GF (4,9%, $p \leq 0,05$). Os resultados encontrados nesta investigação apon-

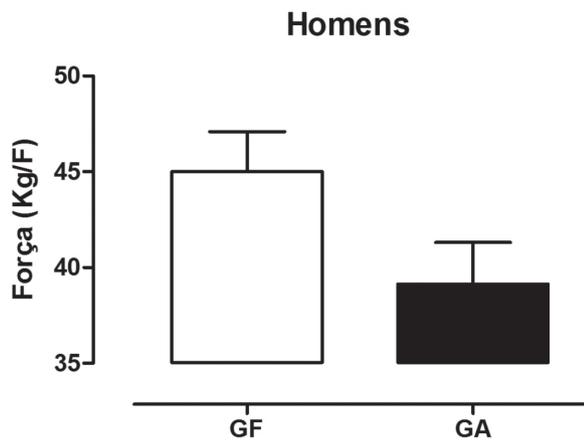


Figura 1: Comparação entre GF (grupo que realizou somente o teste de força sem nenhum alongamento prévio) e GA (grupo que realizou previamente ao teste de força o protocolo de alongamento), em homens. Índice de significância adotado $p \leq 0,05$

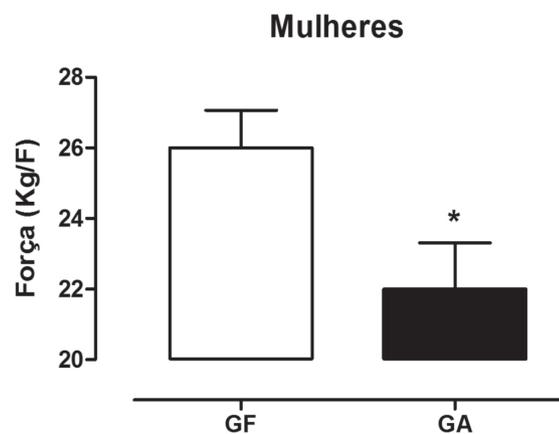


Figura 2: Comparação entre o grupo que não realizou alongamento previamente ao teste de força (GF) com o grupo que realizou alongamento estático com duração de 30 segundos antes do teste de força (GA), em mulheres. * Diferença significativa em comparação ao grupo GF ($p < 0,05$)

tam, de maneira geral, para diminuição de força isométrica imediatamente após o uso do alongamento. Não obstante, ao comparar o desempenho dos sujeitos do sexo masculino com os do sexo feminino, percebe-se que o alongamento repercutiu de forma diferente na produção de força. Talvez, essa diferença se justifique pelo fato de que em gêneros distintos encontram-se

diferentes composições corporais o que para Araújo²² pode ser fatores determinantes para o comportamento da flexibilidade.

Deve ser destacado, que os indivíduos no estudo aqui apresentado deveriam realizar três testes de prensão manual para completar o delineamento metodológico, e essas repetidas avaliações de força poderiam causar uma distorção dos resultados pelo aprendizado do teste. Em razão disso, foi realizada a comparação dos valores médios de força, obtidos no teste de prensão manual entre o terceiro e o quarto dia de visita, independentemente do grupo que o sujeito pertencia. Assim, observou-se que não houve diferença estatística entre os dias, tanto para homens ($43,5 \pm 7,8$ vs. $40,4 \pm 8,4$; $p = 0,30$) quanto para mulheres ($22,8 \pm 3,4$ vs. $22,6 \pm 5,1$; $p = 0,91$). Isso denota que a entrada contrabalançada e aleatória para a formação dos grupos adotada neste trabalho, parece ter sido ideal para evitar com que aprendizado do teste pudesse gerar interferência sobre os níveis de força muscular.

Ao comparar os resultados nesta pesquisa com estudos anteriores, percebe-se que se a magnitude das respostas se difere daquelas encontradas na literatura. Knudson e Nofall¹² investigaram o efeito do AE sobre a força isométrica em 57 adultos aparentemente saudáveis de ambos os sexos no teste de prensão manual e encontraram, após regressão linear, queda logarítmica de 88,8% quando os testes eram efetuados após dez séries de dez segundos de alongamento. Apesar de a diminuição de força, possivelmente, estar ligada de forma direta com o volume de alongamento, este estudo demonstrou resultados semelhantes, sugerindo que a partir de 30 segundos de alongamento da musculatura flexora de punho, já aparecem os efeitos deletérios sobre a produção de força isométrica. Em contrapartida, Cardozo et al.¹³ não encontraram perda significativa na produção de força isométrica em até 90 minutos após três séries de AE para flexores de punho em praticantes de musculação, com dez segundos de duração cada e seis segundos de intervalo entre elas. Os autores encontraram somente uma tendência

de redução de força após alongamento, e assumem como limitação, que possivelmente a diminuição não foi significativa ($p=0,06$) em virtude do reduzido grupo amostral ($n=9$).

Neste estudo, observou-se uma perda de força isométrica após alongamento, corroborando resultados descritos por Shrier²³ em atenciosa revisão, na qual destacou especialmente o efeito agudo do alongamento sobre força isométrica, isocinética e altura do salto. Tal fenômeno pode ser explicado, pois os exercícios de alongamento parecem produzir uma diminuição aguda na viscosidade das estruturas tendinosas²⁴, permitindo que as fibras musculares deslizem com menos eficiência para a realização do movimento. Ao mesmo tempo, exercícios de alongamento podem gerar um aumento da complacência muscular, que pode limitar a quantidade de pontes cruzadas, diminuindo a capacidade do músculo para produzir força²⁵.

Assim como neste estudo, Tricoli e Caetano²⁶ perceberam que apenas uma sessão de AE, pode ocasionar perda de produção de força, quando solicitada imediatamente após o alongamento, sugerindo, dessa forma, que exercícios de alongamento muscular não devem ser incluídos anteriormente a atividades centrais. MacBride et al.²⁷ sugerem que alongamentos estáticos de 30 segundos de duração podem trazer significativos decréscimos para contração voluntária máxima de extensores de joelho para sujeitos moderadamente ativos. Outro experimento que encontrou queda no desempenho, quando precedido de exercícios de alongamento, foi o de Nelson et al.¹⁶ que, em relevante estudo, diagnosticaram que o alongamento muscular pode piorar o desempenho em *sprints*. Nessa direção, Cramer et al.³ verificaram que o alongamento seria capaz de ocasionar déficit da produção de força. Destarte, independentemente do tempo de duração, não parece ser interessante incluir exercícios de alongamento antes de exercícios principais.

Fowles et al.⁶ perceberam que os efeitos contraproducentes do AE podem permanecer por até uma hora; no entanto, foram utilizadas durações de alongamento muito acima do nor-

malmente recomendado (13 alongamentos de 135 segundos de sustentação), ao contrário deste trabalho no qual foi utilizado apenas uma série de 30 segundos de AE. O *American College of Sports Medicine (ACSM)*¹¹ preconiza que para o treinamento da flexibilidade sejam utilizadas 2-4 séries de alongamento com sustentação de 10-30 segundos, na amplitude articular de desconforto muscular, perfazendo um volume total de 60 segundos. Neste estudo, apesar de o volume de exercício ter sido somente de 30 segundos, foi observada significativa perda de desempenho na produção de força após sua execução. Dessa forma, em relação à atividade elétrica do músculo, séries com menores durações seriam capazes de diminuir a ativação de unidades motoras. A possível redução de força pós-estiramento muscular em diferentes tempos de insistência pode ser, parcialmente, explicada por uma inibição autogênica gerada por essa prática em virtude da ativação dos Órgãos Tendinosos de Golgi²⁸ que pode ocasionar diminuição na excitabilidade dos motoneurônios alfa⁶.

A hipótese inicial deste estudo foi que o alongamento diminuiria a força muscular, nessa ótica, os resultados aqui obtidos a confirmam e se somam aos dados encontrados na literatura. Apenas uma série com duração de 30 segundos de AE foi suficiente para provocar perda de força isométrica. Assim, sugere-se que o AE até o ponto de desconforto muscular, com 30 segundos de sustentação interfira negativamente na produção de força muscular estática. Logo, volumes de alongamento muscular em torno de 30 segundos de duração, já seriam capazes de ocasionar diminuição na sensibilidade dos proprioceptores musculares, tendíneos e articulares, como também dos nociceptores, que constituem mecanismos fundamentais para a proteção e organização das estruturas envolvidas no movimento humano²⁹.

Algumas limitações podem ter interferido nos achados finais deste estudo. A temperatura corporal dos indivíduos não foi mensurada, assim como não houve controle dos níveis hormonais, tempo de sono e da alimentação dos sujeitos envolvidos durante a coleta de dados.

Conclusão

O protocolo de AE adotado neste estudo causa, de forma aguda, efeito negativo na produção de força muscular estática em sujeitos jovens com experiência em treinamento de força em mulheres. Em homens, também existe uma tendência de acontecer essa diminuição. Dessa forma, o alongamento não deve ser recomendado de maneira prévia às atividades centrais, principalmente quando grande atenção é dada para produção de força. Novos estudos comparando diferentes grupamentos musculares, métodos e durações de alongamento são sugeridos.

Referências

- Rubini EC, Costa ALL, Gomes PSC. The effects of stretching on strength performance. *Sports Med.* 2007;37(3):213-24.
- Costa PB, Ryan ED, Herda TJ, Walter AA, Defreitas JR, Stout JR, Cramer JT. Acute effects of stretching on peak torque and the hamstrings-to-quadriceps conventional and functional ratios. *Scand J Med Sci Sports.* 2011:1-8. In press; 2011.
- Cramer TJ, Housh TJ, Jonhson GO, Miller JM, Cobum JW, Beck TW. The acute effects of static stretching on peak torque in women. *J Strength Cond Res.* 2004;18(1):236-41.
- Ogura Y, Miyahara Y, Naito H, Katamoto S, Aoki J. Duration of static stretching influences muscle force production in hamstring muscles. *J Strength Cond Res.* 2007;21(1):788-92.
- Hobara H, Inoue K, KATO E, Kanosue K. Acute effects of static stretching on leg-spring behavior during hopping. *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):745-52.
- Fowles JR, Sale DG, Macdougall JD. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol.* 2000;89(3):1179-88.
- Yamagushi T, Ishii K, Yamanaka M, Yasuda K. Acute effect of static stretching on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):804-10.
- Winchester JB, Nelson AG, Kokkonen J. A single 30-s stretch is sufficient to inhibit maximal voluntary strength. *Res Q Exerc Sport.* 2009;80(1): 257-61.
- Klister BM, Walsh MS, Horn TS, Cox RH. The acute effects of static stretching on the sprint performance of collegiate men in the 60- and 100-m dash after dynamic warm-up. *J Strength Cond Res.* 2010;24(9):2280-4.
- Gomes TM, Simão S, Marques MC, Costa PB, Novaes JS. Acute effect of two stretching methods on local muscular endurance *J Strength Cond Res.* 2011;25(3):745-52.
- American College of Sports Medicine. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Special Communications. Med Sci Sports Exerc.* 2011:1334-59.
- Knudson D, Noffal G. Time course of stretch-induced isometric strength deficits. *Eur J Appl Physiol.* 2005;94 (1):348-51.
- Cardozo G, Torres JB, Dantas EHM, Simão R. Comportamento da força muscular após alongamento estático. *Rev Treinamento Desportivo.* 2006;7(1):73-6.
- Unick J, Kieffer H, Cheesman W, Feeney A. The acute effects on static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):206-12.
- Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, Fitz KA, Culbertson JY. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *J Athl Train.* 2005;40(2).
- Nelson AG, Driscoll NM, Landin DK, Young MA, Schexnayder IC. Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *J Sports Sci.* 2005;23(5):449-54.
- Borges Junior N, Domenech SC, Silva ACK, Dias JÁ, Sagawa Junior Y. Estudo comparativo da força de preensão isométrica máxima em diferentes modalidades esportivas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2009;11(3).
- Kuh D, Basse EJ, Butterworth S, Hardy R, Wadsworth MEJ. Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *J Ger Med Sci.* 2005;60(A):224-31.

19. Behm DG, Bradbury EE, Haynes AT, Hooder JN, Leonard AM, Paddock NR. Flexibility is not related to stretch-induced deficit in force or power. *J Sports Sci Med.* 2006;5(1):33-42.
20. Bradley PS, Olsen PD, Portas MD. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(1):223-6.
21. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Dishman RK, Frankilin BA. et al. ACSM position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports and Exerc.* 1993;30(6): 975-91.
22. Araújo CG. Avaliação da flexibilidade: valores normativos do flexiteste dos 5 aos 91 anos de idade. *Arq Bras Cardiol.* 2008;90(4):208-87.
23. Shrier I. Stretching before exercise does not reduce the risk of local muscle injury: a critical review of the clinical and basic science literature. *Clin J Sports Med.* 1999;9(4):221-7.
24. 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(1):520-7.
25. Wilson GJ, Murphy AJ, Pryor JF. Muscle tendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *J Appl Physiol.* 1994;76(1):2714-19.
26. Tricoli V, Caetano PA. Efeito agudo dos exercícios de alongamento sobre o desempenho de força máxima. *Rev Bras Ativ Fís Saúde.* 2002;7(1):6-13.
27. Mcbrige JM, Deane R, Nimphius S. Effect of stretching on agonist-antagonist muscle activity and muscle force output during single and multiple joint isometric contractions. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):54-60.
28. Chalmers G. Re-examination of the possible role of Golgi tendon organ and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomechanics.* 2004;3(1):159-8.
29. Avela J, Hyrolainen H, Komi PV. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged muscle stretching. *J Appl Physiol.* 1999;86(4):1283-91.