
ARTIGO ORIGINAL

Alongamento estático associado ou não ao exercício resistido sobre a extensibilidade e força muscular em indivíduos saudáveis

Static stretching with or without resistance exercise on extensibility and muscle strength in healthy subjects

Jhenifer Karvat, Ft.*, Juliana Sobral Antunes*, Gladson Ricardo Flor Bertolini**

**Mestranda em Biociências e Saúde pela Unioeste, **Docente do curso de Fisioterapia e do mestrado em Biociências e Saúde da Unioeste*

Resumo

Objetivo: Verificar a influência do alongamento estático associado ou não ao exercício resistido sobre a extensibilidade, força e dor muscular de início tardio, dos músculos isquiotibiais, em pessoas sedentárias saudáveis. *Métodos:* O grupo amostral foi composto por 29 voluntários, separados em 3 grupos: G1 - alongamento estático; G2 - exercício resistido com 70% da carga máxima; G3 - alongamento e exercício resistido. Para avaliar a extensibilidade, a força e a dor muscular de início tardio (DMIT) foi utilizada respectivamente, uma prancha goniométrica, um dinamômetro e um dolorímetro de pressão. O alongamento estático foi realizado em três séries de 30s cada, e o exercício resis-

tido foi realizado com três séries de 10 repetições cada. *Resultados:* Na avaliação goniométrica, observou-se que houve diferenças significativas entre os grupos e que os valores de G1 foram maiores do que G3. Para avaliação da força muscular, houve diferença significativa, somente entre as avaliações. Na avaliação da DMIT, não houve diferença significativa. *Conclusão:* O alongamento e o treino resistido produziram ganho de extensibilidade muscular, quando realizados isoladamente; e as três formas utilizadas produziram ganho de força muscular, gerando DMIT.

Palavras-chave: exercícios de alongamento muscular, força muscular, modalidades de fisioterapia.

Recebido em 14 de outubro de 2014; aprovado em 20 de outubro de 2014.

Endereço para correspondência: Gladson Ricardo Flor Bertolini, Rua Universitária, 2069, Jardim Universitário, Colegiado de Fisioterapia, 85819-110 Cascavel PR, E-mail: gladson_ricardo@yahoo.com.br

Abstract

Aim: To assess the influence of static stretching with or without resistance exercise on extensibility, strength and delayed onset muscle soreness (DOMS), of the hamstring muscles in healthy sedentary people. **Methods:** The sample group consisted of 29 volunteers, divided into 3 groups: G1 – static stretching; G2 – resistance exercise at 70% of maximum load; G3 – stretching and resistance exercise. To evaluate the extensibility, strength and muscle soreness late start was used respectively, a goniometric board, a dynamometer and pressure dolorimeter. Static stretching was performed in three sets of 30 seconds each, and resistance exercise

was performed three sets of 10 repetitions each. **Results:** During the goniometric evaluation, it was observed that there were significant differences between the groups, and the values of G1 were higher than G3. The evaluation of muscle strength showed significant differences only between assessments. In the evaluation of DOMS, there was no significant difference. **Conclusion:** Stretching and resistance training produced gains in muscle extensibility, when performed in isolation; and the three forms used produced gains in muscle strength, generating DOMS.

Key-words: muscle stretching exercises; muscle strength, physical therapy modalities.

Introdução

A falta de atividade física constitui uma das causas de retração muscular, especialmente em grupos como os isquiotibiais. Este grupo, constituído pelos músculos semitendíneo, semimembrânico e bíceps femoral, forma uma grande massa muscular envolvida diretamente nos movimentos do quadril e joelho, o qual desempenha influência na inclinação anteroposterior da pelve, afetando indiretamente a lordose lombar [1].

Os exercícios de alongamento têm como principal objetivo proporcionar maior extensibilidade, a qual é a habilidade de um músculo aumentar seu comprimento [2]. Na prática clínica, frequentemente o alongamento estático é o tipo mais utilizado por ser considerado seguro, visto que uma força relativamente constante é aplicada vagarosa e gradualmente até um ponto tolerado, e mantida por um curto período de tempo [3], sendo considerado o padrão-ouro para o ganho de extensibilidade [4], e apesar de controvérsias [5], credita-se ao alongamento melhora no desempenho muscular e redução no risco de lesões [2].

O exercício resistido envolve uma contração muscular, dinâmica ou estática, resistida por força externa aplicada mecânica ou manualmente, o qual restaura, melhora ou mantém a força, a potência e a resistência muscular [6,7]. O treinamento de força tem se mostrado efetivo na melhora de várias capacidades funcionais, como aumento da massa muscular e até mesmo da flexibilidade [8]. A combinação da força e o alongamento,

proporcionados na contração excêntrica, são os principais fatores na ativação da síntese proteica [9], assim o exercício excêntrico exerce um potente estímulo para hipertrofia e incremento da força muscular [10]. Porém, o nível destas alterações morfofuncionais é dependente da intensidade, frequência e duração do exercício [11].

Níveis adequados de força muscular e mobilidade articular contribuem para a execução de movimentos eficientes e manutenção do equilíbrio, correlacionando-se positivamente com a qualidade de vida [12]. De forma geral, o alongamento e o treinamento de força muscular podem promover mudanças na força do tecido muscular em longo prazo. Entretanto, ainda há controvérsias na literatura sobre se o alongamento associado ao exercício resistido poderia potencializar ou não a força muscular. Assim o objetivo deste estudo foi verificar a influência do alongamento estático associado ou não ao exercício resistido sobre a extensibilidade, força muscular e dor muscular de início tardio, dos músculos isquiotibiais, em pessoas sedentárias saudáveis.

Material e métodos

Caracterização da amostra

O grupo amostral foi composto por 29 voluntários adultos, sendo 21 do sexo feminino e 8 do sexo masculino, com idade média de $22 \pm 5,3$ anos, altura média de $1,67 \pm 0,07$ m e peso médio de $59,5 \pm 10,2$ kg.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) sob número 043/2012 – CEP.

Procedimentos

No primeiro contato, os voluntários da pesquisa, passaram por uma triagem, e avaliados pelos seguintes critérios de inclusão: acadêmico da instituição e apresentar extensibilidade de isquiotibiais menor que 160° de extensão de joelho (considerada a extensão completa como 180°), quando o quadril era posicionado em 90°. Os critérios de exclusão foram: falta em mais do que dois dias da realização do tratamento ou da avaliação; rigidez articular do joelho; traumas ou lesões neuromusculares em membros inferiores recentes (menos de 6 meses); modificar atividade física durante a intervenção.

Após a triagem foi explicado aos voluntários sobre os procedimentos que seriam realizados, e, em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Então, os 29 indivíduos foram separados aleatoriamente (sorteio em envelope opaco) em três grupos:

- G1 (n = 10) – alongamento estático;
- G2 (n = 9) – exercício resistido com 70% da carga máxima;
- G3 (n=10) – alongamento e exercício resistido.

Momentos de avaliação

Os indivíduos participaram do experimento durante três semanas. Na primeira semana (período controle), somente realizaram a triagem e foram submetidos à primeira avaliação (AV1). Na segunda semana (semana de procedimento) primeiramente passaram por uma nova avaliação (AV2), em seguida foi realizada a atividade, de acordo com cada grupo, e posteriormente foi feita a terceira avaliação (AV3), buscando observar efeitos agudos do exercício (alongamento e/ou fortalecimento). A quarta avaliação (AV4) ocorreu 24 horas depois da primeira sessão de exercícios. A quinta avaliação (AV5) foi realizada ao final da semana de exercícios, a sexta avaliação (AV6) e a sétima avaliação (AV7) ocorreram 3 e 7 dias, respectivamente, do final da 2ª semana, ou seja,

já na terceira semana (semana de seguimento). Totalizando uma semana controle, cinco dias de exercícios e uma semana de seguimento.

Avaliação da extensibilidade

Para mensuração da extensibilidade dos isquiotibiais foi utilizada uma prancha de goniometria, em que o voluntário foi posicionado em decúbito dorsal com o quadril mantido a 90° de flexão em uma prancha ajustável, no eixo há fixado um goniômetro universal, para medir o ângulo extensor do joelho. O sujeito foi fixado por faixas no tórax, cintura pélvica, coxa direita e esquerda garantindo estabilidade [13]. Essa avaliação foi realizada nos dois membros inferiores.

Avaliação da força

Para a avaliação da força dos músculos isquiotibiais foi utilizado um dinamômetro Crown Dorsal (Filizola®), com capacidade de 200 kgf, e escala de 1kgf, o qual foi adaptado para avaliação da força do músculo estudado. Então, com o aparelho zerado, pediu-se que o avaliado se posicionasse sentado, com joelhos em 90°, apoio das manoplas na região posterior do tornozelo, e fizesse o movimento de flexão de joelho, com a máxima força possível, durante 10s.

Avaliação da dor muscular de início tardio

Para a avaliação da dor muscular de início tardio utilizou-se um dolorímetro de pressão (Kratos®), com capacidade de produzir até 50 Kgf, com ponta afilada aplicada sobre a região medial do ventre do músculo bíceps femoral D. Essa forma de avaliação ocorreu somente em AV1, AV2, AV3 e AV4.

Protocolo de alongamento e de exercício resistido

O alongamento estático, ativo, dos músculos isquiotibiais foi realizado em três séries de 30s cada. Para isso o voluntário foi posicionado em decúbito dorsal, com o quadril em posição neutra e extensão dos dois joelhos. O membro

direito foi fletido até que ocorreu sensação de alongamento da musculatura posterior da coxa (isquiotibiais), para tanto o joelho permaneceu em extensão e o tornozelo em dorsiflexão, o alongamento foi realizado pelo próprio indivíduo com auxílio de faixa específica para alongamento. O tempo de descanso entre as séries foi de 30s.

O exercício resistido foi realizado com três séries de 10 repetições cada. Para isso foi medida, antes do exercício, a carga máxima que o indivíduo conseguia levantar em uma única repetição, e utilizada 70% desta carga máxima, para o protocolo de exercícios. Para o exercício foi utilizada uma mesa extensora, adaptada para produzir contração dos músculos isquiotibiais, com o voluntário em ortostatismo, com posição neutra de quadril, o movimento do joelho ocorria entre 0° (extensão total) até flexão de 70°.

Para G3, os voluntários passaram pelas duas formas de exercício, iniciando com o alongamento estático e posteriormente exercícios resistidos.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, e a comparação foi realizada por estatística inferencial pelo teste de ANOVA modelo misto, com pós-teste de Bonferroni. Em todos os casos o nível de significância aceito será de $\alpha = 5\%$.

Resultados

Para a avaliação goniométrica, foi possível observar que houve diferenças significativas ($F(4,1; 119,1) = 22,3; p < 0,0001$), sendo que os valores de G1 foram maiores do que G3 ($p = 0,038$), mas não foram diferentes de G2 ($p = 0,052$), nem a comparação entre G2 e G3 ($p = 1,000$). Na comparação entre as avaliações AV1 foi menor do que todas as subsequentes (AV2 – $p = 0,032$, AV3 – $p < 0,001$, AV4 – $p = 0,001$, AV5 – $p < 0,001$, AV6 – $p < 0,001$, AV7 – $p < 0,001$); AV2 foi menor que AV5 ($p = 0,016$), AV6 ($p = 0,007$) e AV7 ($p = 0,003$); AV3 foi menor do que AV6 ($p = 0,023$) e AV7 ($p = 0,027$); e, AV4 foi menor que AV5 ($p = 0,004$), AV6 ($p = 0,006$) e AV7 ($p = 0,003$) (Tabela I).

Na avaliação da força muscular de flexão do joelho, observou-se novamente diferença significativa ($F(4,2; 148,2) = 11,3; p < 0,001$), sendo que não houve diferenças entre os grupos, mas, sim entre as avaliações com AV1 e AV2 foram menores, respectivamente, que AV3 ($p = 0,001$ e $p = 0,014$), AV5 ($p < 0,001$ e $p < 0,001$), AV6 ($p = 0,036$ e $p = 0,015$) e AV7 ($p = 0,003$ e $p = 0,001$); e, AV4 foi menor do que AV5 ($p = 0,006$) (Tabela I).

Para a avaliação da dor muscular de início tardio com o dolorímetro de pressão, não foi observado diferença significativa ($F(3,3; 104,4) = 1,5; p = 0,209$) (Tabela II).

Tabela I - Valores observados na avaliação goniométrica (ADM) e para a força muscular (FM) de isquiotibiais, nas diferentes avaliações (AV1-AV7).

	AV1	AV2	AV3	AV4	AV5	AV6	AV7	
ADM	G1	151,1±7,1	151,2±7,7	155,6±9,2	155,4±8,3	158,5±8,9	158,9±11,9	160,9±11,7
	G2	146,2±8,3	151,4±5,6	152,7±7,3	150,1±6,1	151,0±11,1	156,0±9,9	157,8±9,2
	G3	144,1±9,4	148,6±10,9	153,2±8,6	152,5±10,0	158,0±6,5	154,6±10,2	155,4±9,2
FM	G1	18,0±4,0	17,2±3,7	18,5±6,5	19,3±5,9	21,6±7,5	18,8±6,2	19,1±4,4
	G2	16,3±4,3	17,5±6,0	18,0±6,9	16,8±5,2	19,0±7,5	18,3±6,1	18,4±6,9
	G3	15,8±5,5	15,9±4,8	18,8±4,2	18,7±3,5	23,6±5,4	18,7±5,6	20,2±4,6

Tabela II - Valores obtidos para o dolorímetro de pressão em gf e para a Escala Visual Analógica de Dor (cm), para os diferentes grupos, em diferentes momentos (AV1-AV4).

	AV1	AV2	AV3	AV4	
Dolorímetro	G1	1517±1210	1544±782	1434±618	1387±982
	G2	2006±1113	1969±1097	1960±1297	1923±1205
	G3	1427±852	1233±778	1418±694	1283±812

Discussão

Para a reabilitação, a extensibilidade dos músculos isquiotibiais é importante no equilíbrio postural, na manutenção da ADM do joelho e do quadril, na prevenção de lesões e na otimização da função musculoesquelética [13]. Além disso, segundo Almeida *et al.* [14], o alongamento estático realizado antes da prática esportiva ou do exercício pode trazer ganhos para a flexibilidade e performance muscular em longo prazo. Alguns autores citam que programas de treinamento envolvendo apenas rotinas de alongamento estático (impostas de forma crônica) e que não apresentam atividades que requeiram o desenvolvimento de força, são capazes de aumentar a força muscular, a resistência de força e a potência muscular. Assim, exercícios que envolvem rotinas de alongamento podem produzir efeitos positivos em longo prazo e causar melhorias sobre a performance [15,16]. Conforme pode ser observado no presente estudo, no qual G1 apresentou valores maiores do que G3, e ainda, houve ganho progressivo da extensibilidade, conforme demonstrado pelos menores valores encontrados em AV1, quando comparadas com as demais avaliações, confirmando achados prévios sobre o alongamento produzir ganho de extensibilidade [17,18].

Contudo, outros autores apontam que o alongamento, quando realizado previamente a um esforço máximo (efeito imediato), pode diminuir a capacidade de produzir elevadas performances, pois a força e a potência muscular são reduzidas. Dessa forma, o alongamento não tem sido recomendado como parte das rotinas de aquecimento, especialmente antes de atividades que precedem elevadas demandas de força e potência muscular [5,19]. De acordo com os achados de Silveira *et al.* [20], o alongamento pode não exercer efeitos agudos sobre o desempenho de força muscular e na ativação agonista.

O exercício resistido é um tipo de exercício ativo, no qual uma contração muscular dinâmica ou estática é resistida por força externa, aplicada mecânica ou manualmente, e é um quesito importante em um programa de reabilitação [6]. Cyrino *et al.* [21] estudaram a flexibilidade após 10 semanas de treinamento com pesos em 16 homens sedentários, divididos em grupo treinamento e controle. O treino foi realizado três

vezes por semana, em dias alternados, durante 10 semanas consecutivas. Observaram aumento da flexibilidade no grupo treinado em vários movimentos. No presente estudo, o grupo que realizou alongamento de forma isolada não foi diferente do grupo alongamento, e visto o comportamento ao longo das avaliações, mostrou ganho de extensibilidade, contudo, no grupo de associação das técnicas, os resultados mostraram que o grupo foi diferente significativamente com relação ao grupo apenas alongado.

Alguns indivíduos, após 24 a 48 horas da prática de atividade física, sentem a denominada dor muscular de início tardio (DMIT). Isso ocorre principalmente quando a intensidade ou o tempo de duração da atividade excedem certos limites, gerando microlesões musculares e o desenvolvimento de um processo inflamatório, que além de diminuir a capacidade de gerar força, também diminui a amplitude do movimento [22-24]. Como citado, a DMIT pode ter como efeito redução na produção de força muscular [25,26], o que poderia interferir nos resultados de força e extensibilidade medidos em AV4, o que pode ter ocorrido, visto que AV4 foi menor do que AV5 e não diferente de AV1 e AV2, bem como para a extensibilidade AV4 foi menor do que as avaliações seguintes, e não foi maior do que as primeiras.

Ressaltam-se como limitações deste estudo os pequenos períodos de controle, intervenção e seguimento, além de não terem sido realizadas avaliações morfométricas e moleculares, o que sugere-se para futuros estudos.

Conclusão

Tanto o alongamento quanto o treino resistido produziram ganho de extensibilidade muscular, quando realizados isoladamente; e as três formas utilizadas produziram ganho de força muscular, gerando inclusive dor muscular de início tardio.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação Araucária, pela concessão de bolsas de iniciação científica na modalidade Ações Afirmativas.

Referências

1. Santos CF, Domingues CA. Avaliação pré e pós-mobilização neural para ganho de ADM em flexão do quadril por meio do alongamento dos isquiotibiais. *Conscientiae Saúde* 2008;7(4):487-95.
2. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ* 2002;31:1-5.
3. Rosário JLP, Sousa A, Cabral CMN, João SMA, Marques AP. Reeducação postural global e alongamento estático segmentar na melhora da flexibilidade, força muscular e amplitude de movimento: um estudo comparativo. *Fisioter Pesq* 2008;15(1):12-8.
4. Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train* 2004;39(3):254-8.
5. Laroche DP, Lussier MV, Roy SJ. Chronic stretching and voluntary muscle force. *J Strength Cond Res* 2008;22(2):589-96.
6. Lima APT, Ribeiro IA, Coimbra LMC, Santos MRN, Andrade EN. Mecanoterapia e fortalecimento muscular: um embasamento seguro para um tratamento eficaz. *Rev Saúde Com* 2006;2(2):143-52.
7. Faigenbaum AD. Strength training for children and adolescents. *Clin Sport Med* 2000;19(4):593-619.
8. Maior AS, Alves A. A contribuição dos fatores neurais em fases iniciais do treinamento de força muscular: uma revisão bibliográfica. *Motriz* 2003;9(3):161-8.
9. Goldspink G. Molecular mechanisms involved in the determination of muscle fiber mass and phenotype. *Adv Exerc Sport Physiol* 1999;5(2):27-39.
10. Seger JY, Thorstensson A. Effects of eccentric versus concentric training on thigh muscle strength and EMG. *Int J Sport Med* 2005;26(1):45-52.
11. Clebis NK, Natali MRM. Lesões musculares provocadas por exercícios excêntricos. *Rev Bras Ciên Mov* 2001;9(4):47-53.
12. Carvalho ACG, Paula KC, Azevedo TMC, Nóbrega ACL. Relação entre flexibilidade e força muscular em adultos jovens de ambos os sexos. *Rev Bras Med Esporte* 1998;4(1):2-8.
13. Brasileiro JS, Faria AF, Queiroz LL. Influência do resfriamento e do aquecimento local na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev Bras Fisioter* 2007;11(1):57-61.
14. Almeida GPL, Carneiro KKA, Morais HCR, Oliveira JBB. Influência do alongamento dos músculos isquiotibial e retofemoral no pico de torque e potência máxima do joelho. *Fisioter Pesq* 2009;16(4):346-51.
15. Kokkonen J, Nelson AG, Eldredge C, Winchester JB. Chronic static stretching improves exercise performance. *Med Sci Sport Exerc* 2007;39(10):1825-31.
16. Nóbrega ACL, Paula KC, Carvalho ACG. Interaction between resistance training and flexibility training in healthy young adults. *J Strength Cond Res* 2005;19(4):842-6.
17. Signori LU, Voloski FRS, Kerkhoff AC, Brignoni L, Plentz RDM. Efeito de agentes térmicos aplicados previamente a um programa de alongamentos na flexibilidade dos músculos isquiotibiais encurtados. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14(4):328-31.
18. Milazzotto MV, Corazzina LG, Liebano RE. Influência do número de séries e tempo de alongamento estático sobre a flexibilidade dos músculos isquiotibiais em mulheres sedentárias. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15(6):420-3.
19. Endlich PW, Farina GR, Dambroz C, Gonçalves WLS, Moysés MR, Mill JG, et al. Efeitos agudos do alongamento estático no desempenho da força dinâmica em homens jovens. *Rev Bras Med Esporte* 2009;15(3):200-3.
20. Silveira RN, Farias JM, Alvarez BR, Bif R, Vieira J. Efeito agudo do alongamento estático em músculo agonista nos níveis de ativação e no desempenho da força de homens treinados. *Rev Bras Med Esporte* 2011;17(1):26-30.
21. Cyrino ES, Oliveira AR, Leite JC, Porto DB, Dias RMR, Segantin AQ et al. Comportamento da flexibilidade após 10 semanas de treinamento com pesos. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10(4):233-7.
22. Nascimento CRV, Arruda SFM, Bacurau RFP, Navarro F. Dor muscular tardia: etiologia e tratamento. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício* 2007;1(2):90-9.
23. Grego Neto A, Preis C. A valorização do treinamento muscular excêntrico na fisioterapia desportiva. *Fisioter Mov* 2005;18(1):19-26.
24. Lewis PB, Ruby D, Bush-Joseph CA. Muscle soreness and delayed-onset muscle. *Clin Sport Med* 2012;31(2):255-62.
25. Vila-Chá C, Hassanlouei H, Farina D, Falla D. Eccentric exercise and delayed onset muscle soreness of the quadriceps induce adjustments in agonist-antagonist activity, which are dependent on the motor task. *Exp Brain Res* 2011;216(3):385-95.
26. Trost Z, France CR, Thomas JS. Pain-related fear and avoidance of physical exertion following delayed-onset muscle soreness. *Pain* 2011;152(7):1540-7.