



Respostas agudas imediatas e tardias da flexibilidade na extensão do ombro em relação ao número de séries e duração do alongamento

Luís Viveiros^{1,2}, Marcos Doederlein Polito^{1,2}, Roberto Simão^{1,2} e Paulo Farinatti²

RESUMO

O objetivo do estudo foi investigar a relação entre número de séries e duração do exercício de alongamento da extensão do ombro sobre os efeitos agudos imediatos e tardios na flexibilidade. Setenta indivíduos com idade entre 20 e 30 anos sem treinamento prévio em flexibilidade participaram do estudo. Aleatoriamente, 10 sujeitos compuseram o grupo controle (GC) e os demais foram divididos igualmente em três grupos, de acordo com a duração do estímulo, a saber: 10 segundos (G10), 60 segundos (G60) e 120 segundos (G120). Posteriormente, cada grupo foi subdividido em relação ao número de séries, a saber: uma (G10A, G60A, G120A) e três séries (G10B, G60B, G120B). A flexibilidade foi medida por um goniômetro universal e as observações ocorreram imediatamente após, 90 minutos após e 24 horas depois do estímulo. A ANOVA identificou associação significativa entre o tempo de estímulo e demais variáveis ($p = 0,042$). Não se verificaram diferenças de flexibilidade entre os grupos experimentais, mas todos exibiram valores maiores que os do GC. A comparação temporal dos valores absolutos de flexibilidade, para os grupos submetidos à mesma duração de estímulo e número de séries, revelou diferenças significativas apenas para G120A, G60B e G120B, entre a primeira observação e após 24 horas. Por outro lado, a análise dos valores percentuais mostrou que o tempo de estímulo e o número de séries associaram-se à duração do incremento agudo de flexibilidade. Nesse aspecto não houve diferenças entre os grupos, exceto entre G60A e G60B, na observação após 24 horas. Conclui-se que a duração do estímulo pode proporcionar maior flexibilidade inicial, independentemente do número de séries. Porém, os ganhos imediatos de flexibilidade não são mantidos após 24 horas. Não se sabe, porém, se estímulos sucessivos de longa duração proporcionariam maior amplitude em longo prazo em comparação com alongamentos realizados por menor tempo.

RESUMEN

Respuestas agudas inmediatas y tardías de la flexibilidad en la extensión del hombro en relación a un número de series y duración del elongamiento

El objetivo del estudio fue el de investigar la relación entre el número de series y la duración del ejercicio de elongamiento de la extensión del hombro sobre los efectos agudos inmediatos y tardíos de la flexibilidad. Setenta individuos con edades entre 20 y 30 años sin entrenamiento previo de la flexibilidad participaron del estudio. Aleatoriamente, 10 sujetos conformaron el grupo de control (GC) y los demás fueron divididos en tres grupos, de acuerdo a

Palavras-chave: Treinamento. Exercício. Aptidão física. Mobilidade. Articulação.

Palabras-clave: Entrenamiento. Ejercicio. Aptitud física. Movilidad. Articulación.

la duración del estímulo, a saber, 10 segundos (G10), 60 segundos (G60) y 120 segundos (G120). Posteriormente, cada grupo fue subdividido en relación al número de series, a saber, una (G10A, G60A, G120A) y tres series (G10B, G60B, G120B). La flexibilidad fue medida por un goniómetro universal y las observaciones ocurrieron inmediatamente después de 90 minutos y 24 horas después del estímulo. ANOVA identificó la asociación significativa entre el tiempo de estímulo y las demás variables ($p = 0,042$). No se verificaron diferencias de flexibilidad entre los grupos experimentales, aún así, todos exhibieron valores mayores que GC. La comparación temporal de los valores absolutos de flexibilidad, para los grupos sometidos a la misma duración del estímulo y número de las series, reveló diferencias significativas apenas para G120A, G60B e G120B, entre la primera observación y después de 24 horas. Por otro lado, el análisis de los valores porcentuales mostró que el tiempo de estímulo y el número de series se asociaron a la duración del incremento agudo de la flexibilidad. En ese aspecto no hubo diferencias entre los grupos, excepto entre G60A y G60B, en la observación después de 24 horas. Se concluye que la duración del estímulo puede proporcionar mayor flexibilidad inicial, independientemente del número de series. Por lo que las ganancias de flexibilidad no se mantienen después de las 24 horas. No se sabe por que los estímulos sucesivos de larga duración proporcionarían mayor amplitud a largo plazo en comparación con elongamientos realizados en menor tiempo.

INTRODUÇÃO

A flexibilidade pode ser definida como a amplitude articular máxima em uma ou mais articulações⁽¹⁾ ou pela relação existente entre o comprimento e a tensão de um músculo alongado⁽²⁾. O treinamento da flexibilidade propicia o aumento do comprimento da unidade músculo-tendão. Entretanto, esse aumento não é rapidamente reversível em função das propriedades viscosas desses tecidos⁽³⁾. Informações sobre as características viscoelásticas do músculo, tanto no treinamento da flexibilidade como em contrações repetidas, foram relatadas, parecendo resultar na diminuição passiva da tensão em um comprimento neutro⁽⁴⁾. Tradicionalmente, utilizam-se métodos como o balístico, facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) e estático para o treinamento da flexibilidade, sendo este último amplamente usado devido à facilidade de aprendizado e aplicação. Esse método compõe uma das estratégias para aumentar o comprimento dos tecidos muscular e conjuntivos, induzindo mudanças nas propriedades mecânicas e acarretando aumento na amplitude máxima do movimento, por diferentes períodos de tempo⁽⁵⁾. Parte-se da premissa de que todos os métodos de treinamento aumentam a flexibilidade, mas variações em seus componentes metodológicos podem compor estratégias diferenciadas para o treinamento, alterando dessa maneira os resultados finais.

1. Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, RJ.

2. Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde – LABSAU/UERJ, Rio de Janeiro, RJ.

Recebido em 13/4/04. 2ª versão recebida em 14/7/04. Aceito em 26/9/04.

Endereço para correspondência: Prof. Dr. Paulo Farinatti, Rua São Francisco Xavier, 524, Bl. F, sala 8.133 – 20550-013 – Rio de Janeiro, RJ. E-mail: Luisviveiros@flexfitness.com.br

O tempo em que se permanece em uma máxima extensão, em exercícios repetidos, parece associar-se a mudanças na resistência mecânica, com relação inversa à tensão aplicada^(6,7). No que toca aos parâmetros de prescrição do exercício, porém, não há consenso sobre a duração adequada. Mais ainda, não há absolutamente certeza sobre a magnitude dos efeitos crônicos e agudos (imediatos e tardios) de diferentes combinações entre número de séries e duração do estímulo. Magnusson *et al.*⁽⁶⁾, por exemplo, sugerem que estímulos da ordem de 90 segundos, ministrados em pelo menos cinco séries sucessivas com 30 segundos de intervalo entre elas, sejam necessários para adaptação em termos de resistência mecânica à extensão. Todavia, em sessões de treinamento são freqüentemente utilizados tempos inferiores (entre 30 e 60 segundos), entre uma e três séries⁽⁸⁾. Foi demonstrado, outrossim, que mesmo uma série isolada de exercícios estáticos pode ser efetiva na modificação da amplitude de movimentos, uma vez aumentado o tempo de duração do estímulo e melhorando a viscosidade das unidades musculotendíneas com aproveitamento da energia elástica do movimento⁽⁹⁻¹¹⁾. As propriedades mecânicas, portanto, parecem estar associadas a mudanças na amplitude de movimento e no treinamento da flexibilidade.

Nesse contexto, o propósito do presente estudo foi examinar a redução de flexibilidade no movimento de extensão do ombro, associada aos efeitos agudos imediatos (até 90 minutos pós-sessão) e tardios (24 horas pós-sessão) ao treinamento, decorrentes do exercício de alongamento com diferentes combinações de séries e tempos de duração do estímulo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Antes de proceder à coleta de dados propriamente dita, realizou-se um estudo piloto com 10 indivíduos, envolvendo sempre os mesmos avaliadores para a mensuração da extensão de ombro com o sujeito sentado e o goniômetro fixado no úmero e na linha axilar. Observou-se que, nessa posição, o indivíduo não mantinha a postura desejada, ocasionando menor confiabilidade na coleta dos dados. Foram feitos três dias consecutivos de testes com os indivíduos em decúbito ventral, posição na qual os dados obtidos apresentaram maior fidedignidade devido à estabilidade do tronco. As três coletas do estudo-piloto apresentaram um coeficiente de correlação intraclassa médio de 0,96 para as três medidas. Após o estudo-piloto, foram selecionados 70 indivíduos de ambos os sexos com idade entre 20 e 30 anos (67 ± 12 kg; 169 ± 10 cm), saudáveis e fisicamente ativos, com ausência de lesões ou sintomas no ombro e sem estar participando de algum treinamento de flexibilidade na época do estudo. Todos foram voluntários e assinaram termo de consentimento, conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde para experimentos com humanos, após aprovação pelo comitê de ética da instituição.

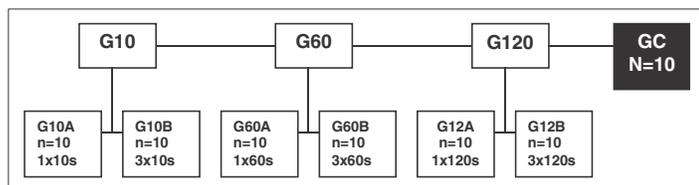


Fig. 1 – Divisão dos grupos e subgrupos. G10 (estímulos de 10 segundos), G60 (estímulos de 60 segundos) e G120 (estímulos de 120 segundos). Subgrupos A (série única) e B (três séries).

A amostra foi distribuída em três grupos experimentais e um controle, por meio da técnica do quadrado latino. Todos os grupos experimentais realizaram o mesmo exercício de alongamento de extensão de ombro, sem qualquer aquecimento prévio, mas com duração de estímulo e número de séries diferenciados, sendo o

intervalo entre as séries de 30 segundos para todos os grupos. O grupo controle (GC) foi composto por 10 sujeitos e os demais foram divididos igualmente em três grupos, de acordo com a duração do estímulo, a saber: 10 segundos (G10), 60 segundos (G60) e 120 segundos (G120). Além da divisão pelo tempo de duração, houve uma subdivisão pelo número de séries, caracterizando os grupos A (uma série) e B (três séries) (figura 1).

Escolheu-se a extensão de ombro como exercício a ser realizado devido à facilidade de isolá-lo durante o período experimental, em função de sua pouca utilização em tarefas do cotidiano. O sujeito em decúbito ventral, com os braços ao lado do corpo e a palma orientada medialmente, procurava atingir a máxima amplitude de movimento no ombro direito, utilizando-se o método passivo de alongamento em uma única tentativa (figuras 2 e 3). As medidas foram tomadas por dois avaliadores treinados. Fitas de velcro foram utilizadas com a intenção de manter o avaliado na posição correta durante os testes, enquanto um dos avaliadores estabilizava a escápula. O instrumento de mensuração utilizado foi um goniômetro universal de metal, protractor de 180 graus com um único eixo, sendo um braço móvel e outro fixo, adaptado ao tamanho da articulação avaliada.



Fig. 2
Posição inicial



Fig. 3
Posição final

O protocolo experimental obedeceu às seguintes etapas:

a) Fornecimento de instruções antes dos testes, explicitando a rotina de atividades na véspera da coleta, principalmente referente aos movimentos que deveriam ser evitados nas 24 horas anteriores e posteriores;

b) Aplicação do tratamento experimental, com a certificação de que o avaliado se apresentasse de forma confortável e apoiado no banco em decúbito ventral. O avaliador isolava a articulação, procurando estabilizar o segmento enquanto aplicava a tensão passiva até a amplitude máxima. O goniômetro foi colocado lateralmente à articulação, com seu eixo centrado na cabeça do úmero, com 2,5cm abaixo da superfície lateral do acrômio. O braço estacionário ficava paralelo ao eixo longitudinal do tronco e o móvel, paralelo ao eixo longitudinal do úmero, apontando para o epicôndilo lateral;

c) Foram feitas três medidas da flexibilidade: a primeira logo após o tratamento, a segunda 90 minutos após a primeira intervenção e a terceira 24 horas após, sempre na parte da manhã (entre as 6:00 e 10:00 horas).

Utilizou-se a ANOVA para medidas repetidas com três entradas (número de séries, duração do estímulo e tempo de observação), seguida do teste *post-hoc* de Scheffé para verificar diferenças intra e intergrupos em relação aos valores absolutos e às variações percentuais em relação à primeira medida. Em todos os casos, adotou-se como nível de significância $p < 0,05$. O tratamento dos dados foi realizado no software *Statistica 5.5* (Statsoft®, USA).

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os resultados absolutos, identificando as situações de testagem. A ANOVA identificou associação significativa entre o tempo de estímulo e demais variáveis ($p = 0,042$). A comparação intergrupos mostrou que a flexibilidade imediatamente após o exercício foi maior que a do grupo controle para todos os grupos experimentais. Isso não se repetiu nas demais observações (90 minutos e 24 horas após o exercício), situações nas quais

diferenças significativas não foram identificadas. Em relação à análise intragrupos, ocorreram diferenças significativas somente para G120A, G60B e G120B, entre a primeira observação e após 24 horas.

Por outro lado, a análise dos valores percentuais mostrou que o tempo de estímulo e o número de séries tiveram influência sobre a flexibilidade. Foram observadas diferenças em todos os grupos experimentais após 90 minutos e 24 horas, em relação à primeira observação. Não houve diferenças intragrupos, exceto entre G60A e G60B, na observação após 24 horas (gráfico 1). Aparentemente, a duração do estímulo proporcionou maior flexibilidade inicial, independentemente do número de séries. Porém, após 24 horas, os grupos experimentais tenderam a exibir os mesmos valores de GC. Desse modo, os ganhos imediatos de flexibilidade não foram mantidos após 24 horas.

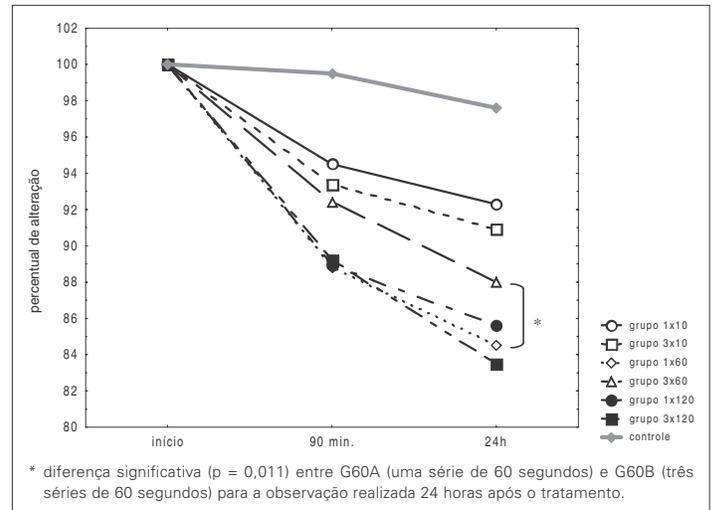


Gráfico 1 – Comportamento percentual da flexibilidade após 90 minutos e 24 horas em relação à medida realizada após o estímulo

TABELA 1
Estatística descritiva para os valores absolutos de flexibilidade em todas as situações experimentais (imediatamente, 90 minutos e 24 horas após o treinamento)

		Média	Desvio padrão	Intervalo de confiança de 95%
1 x 10 (G10A)	Início	78,7	14,3	68,5-88,9
	90min	75,0	15,7	63,8-86,2
	24h	73,1	14,3	62,9-83,3
3 x 10 (G10B)	Início	83,3	9,9	76,2-90,4
	90min	77,1	6,7	72,3-81,9
	24h	73,3	7,4	68,0-78,6
1 x 60 (G60A)	Início	82,9	14,3	72,6-93,1
	90min	77,7	14,8	67,1-88,3
	24h	75,6	13,9	65,7-85,3
3 x 60 (G60B)	Início ^a	85,3	7,9	79,6-91,0
	90min	76,1	7,3	70,9-81,3
	24h	73,5	9,2	66,9-80,1
1 x 120 (G120A)	Início ^b	81,4	12,6	72,4-90,4
	90min	72,4	11,3	64,3-80,5
	24h	68,9	11,3	60,8-77,0
3 x 120 (G120B)	Início ^c	86,8	10,2	79,5-94,1
	90min	77,6	13,1	68,2-87,0
	24h	72,4	13,9	62,5-82,3
Controle	Início	75,5	10,5	68,0-83,0
	90min	75,4	9,7	68,5-82,3
	24h	73,8	9,5	67,0-80,6

^a diferença significativa em relação ao valor após 24h de intervalo ($p = 0,024$)

^b diferença significativa em relação ao valor após 24h de intervalo ($p = 0,017$)

^c diferença significativa em relação ao valor após 24h de intervalo ($p = 0,006$)

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo examinar o efeito agudo imediato e tardio de diferentes combinações de séries e tempos de estímulo, em exercício envolvendo o movimento de extensão de ombro. Os resultados sugerem que os efeitos de maior magnitude ocorreram quando o tempo de duração era superior a 60 segundos, independentemente do número de séries. Porém, esses ganhos foram proporcionalmente diminuídos após 90 minutos e 24 horas de intervalo, com os valores tendendo a retornar ao ponto inicial, equivalente ao grupo controle.

Bandy *et al.*⁽⁸⁾ analisaram 93 indivíduos de ambos os sexos, realizando exercícios de alongamento para os músculos isquiotibiais durante cinco dias na semana, em um total de seis semanas. Utilizando um goniômetro para a mensuração da flexibilidade, não observaram diferenças significativas como resultado do aumento no número de sessões de treinamento diário (uma-três vezes). Com relação ao tempo de duração do estímulo, foram utilizados 30 e 60 segundos, que foram igualmente efetivos nos ganhos de amplitude. Em estudo posterior, os mesmos autores compararam 30 com 15 segundos, verificando novamente que 30 segundos de estímulo foram mais efetivos na produção de efeitos agudos do treinamento⁽¹²⁾.

Em nossos resultados, alguns dados parecem concordar com o estudo de Bandy *et al.*⁽⁸⁾, no sentido de que maior tempo de tensão pode produzir efeitos agudos mais significativos na amplitude de movimento. No entanto, a diferença crucial é no próprio tempo de estimulação da musculatura. Enquanto Bandy *et al.*⁽¹²⁾ aplicaram

estímulos de 15 a 30 segundos, em nosso experimento foram comparados 10, 60 e 120 segundos. Os melhores resultados foram registrados em decorrência de estímulo com duração de 60 segundos ou mais sobre os valores absolutos e percentuais, considerando-se tanto para os efeitos agudos imediatos e tardios. Esses resultados demonstram que, quanto maior o tempo de duração do estímulo, mais efetivos os resultados. Isso vai de encontro aos achados de outro estudo de Bandy *et al.*⁽⁶⁾, no qual se conclui que uma duração 30 segundos seria o tempo ideal para ganhos de amplitude.

O tempo de duração parece proporcionar mudanças fisiológicas importantes, como a remodelação das moléculas de colágeno e elastina⁽³⁾. Essas mudanças podem estar associadas a alterações na unidade músculo-tendão e fáscia, ocasionadas pelo aumento da elasticidade dos tecidos através da histerese. Em outras palavras, a amplitude do movimento seria influenciada pelo aumento do comprimento de um tecido, proporcionalmente à tensão aplicada. Nesse contexto, as deformações ocorreriam à medida que se dá a manutenção da amplitude e diminuição conseqüente da tensão no músculo, fáscias e tendão⁽¹³⁻¹⁶⁾. Tais aumentos de amplitude podem ser, ainda, decorrentes da melhoria das atividades neurais^(11,16). Na tentativa de entender esse mecanismo, uma das hipóteses relaciona-se às modificações nos mecanismos neuromusculares, através de estímulos nas unidades motora e conseqüente excitação dos motoneurônios alfa e gama. Os efeitos neurais proporcionam, inicialmente, um aumento da amplitude de movimento antes do acionamento do sistema reflexo, com a posterior participação dos fusos e das ações inibitórias autogênica e recíproca, provocadas por contrações isométricas ocorridas durante todo o processo de aumento de comprimento e geração de tensão durante o alongamento^(11,16). Entretanto, esses efeitos, inicialmente importantes, parecem não produzir resultados significativos quando comparados com a hipótese de redução das resistências mecânicas. Essa redução parece acontecer em virtude das mudanças nas propriedades viscoelásticas dos tecidos moles e conjuntivos, submetidos a estresses constantes durante o treinamento da flexibilidade⁽¹⁷⁾.

O estudo de Madding *et al.*⁽¹⁸⁾ comparou diferentes estímulos (15, 45 e 120 segundos) e relatou que 15 segundos eram efetivos para o desenvolvimento da amplitude do movimento de abdução de quadril, com o uso do método estático em apenas uma série, não encontrando assim diferenças entre essas durações. Shrier e Gossal⁽¹⁹⁾ mencionam, em estudo com o método estático, a comparação dos tempos de duração (15-30 segundos) com um único grupo muscular, constatando que 15 segundos eram suficientes para produzir mudanças de comprimento. Com isso, Shrier e Gossal⁽¹⁹⁾ sugeriram que o aumento do tempo de estímulo produziria respostas agudas imediatas de maior amplitude, em função da melhoria da consciência corporal conforme a tensão era mantida e o tempo ampliado. No presente estudo, no entanto, foi observado que tempos de estímulo superiores a 30 segundos foram melhores que 10. Essa influência pareceu sobrepor-se àquela do número de séries.

O estudo de Cipriani *et al.*⁽²⁰⁾ também se valeu do método estático, aplicado por 10 e 30 segundos. No entanto, foram feitas diferentes combinações de tempo de exercício, espaçados durante um dia de treinamento (por vezes com várias horas de intervalo), mas almejando-se sempre um total de dois minutos de estímulo ao final. A efetividade do somatório foi demonstrada, indicando que estímulos fracionados durante um dia seriam, agudamente, mais efetivos que uma sessão contínua de treinamento. Em nosso estudo, esse fracionamento foi realizado com a utilização de dois protocolos contendo uma e três séries. Se não foi possível observar diferenças agudas entre esses volumes, isso se deu para a duração do estímulo contínuo. Isso poderia levar-nos à seguinte especulação: exercícios de alongamento realizados com estímulos prolongados manteriam seus efeitos por período de 24 horas,

indiferente ao seu fracionamento, vislumbrando assim uma prática diária.

Um possível aspecto a ser analisado seria a influência potencial de medidas repetidas no mesmo indivíduo sobre os resultados obtidos. Em outras palavras, a execução do movimento testado poderia ser entendida como um novo estímulo, o que ajudaria na manutenção de amplitudes elevadas em razão de efeito agudo renovado. Outros estudos que se debruçaram sobre a temática investigada^(6,18) apresentaram a mesma problemática, trabalhando com intervalos entre os estímulos que variam de 15 segundos até uma semana. Deve-se notar, contudo, que no nosso estudo o espaçamento entre as medidas feitas foi grande (90 minutos e 24 horas), o que diminuiu a possibilidade de os efeitos repetidos introduzirem um viés que pudessem invalidar os resultados. Em todos os casos, a tendência foi de diminuição da flexibilidade. Apesar de a possibilidade teórica existir, na verdade a duração da medida feita era muito inferior aos tempos de estímulo adotados, dificilmente podendo acarretar efeitos adicionais significativos de treinamento.

Outra limitação decorreu do fato de a flexibilidade não ter sido medida antes da intervenção. Duas razões justificam essa opção: a) a influência aguda da medida sobre a amplitude de movimentos, podendo contaminar os efeitos das diferentes situações de treinamento; b) a natureza do movimento, incomum no cotidiano, e o fato de os voluntários não treinarem flexibilidade. Com isso, não havia razão para pensar que diferenças importantes de flexibilidade existiam entre os indivíduos. Por outro lado, a preocupação do estudo voltava-se para a magnitude da redução da flexibilidade no período observado, não dos ganhos imediatos com os estímulos. Por isso, os valores foram examinados em termos percentuais, considerando-se como 100% da flexibilidade aquela atingida ao final dos estímulos em todos os grupos. O acerto dessa opção parece ter sido confirmado pelos valores mensurados após 24 horas, uma vez que nenhum dos grupos experimentais teve valores de flexibilidade significativamente diferentes daqueles exibidos pelo grupo controle.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que tanto o número de séries, como o tempo de duração do estímulo, influenciaram os valores de flexibilidade pós-exercício de forma aguda. A maior alteração, porém, ocorreu por conta do tempo de duração. O efeito do número de séries parece ficar subordinado ao tempo de duração do estímulo. Os grupos experimentais com maior duração do estímulo obtiveram os melhores resultados, após 90 minutos e 24 horas do final da sessão do exercício. Esses resultados possuem aplicação na prescrição de exercícios de alongamento, parecendo ser necessária sua prática diária para a manutenção ou desenvolvimento da flexibilidade, em função dos efeitos agudos tardios após 24 horas apresentarem tendência ao retorno dos valores iniciais, mesmo com variações no número de séries ou no tempo de duração. Em futuros estudos, seria interessante avaliar populações com diferentes idades e objetivos, as respostas associadas a outros movimentos e a repercussão das variáveis observadas sobre efeitos crônicos do treinamento.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Anderson B, Burke ER. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med* 1991;10:63-86.
2. Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion: review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther* 1987;67:1867-72.

3. Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, Garrett WE. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med* 1990; 18:300-9.
4. Taylor DC, Brooks DE, Ryan JB. Viscoelastic characteristics of muscle: passive stretching versus muscular contractions. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:1619-24.
5. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Després JP, Dishman RK, Franklin BA, et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:975-91.
6. Magnusson SP, Aagaard P, Nielson JJ. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32: 1160-4.
7. Willems MET, Stauber WT. Force deficits by stretches of activated muscles with constant or increasing velocity. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:667-72.
8. Bandy WD, Iron JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1997;77:1090-6.
9. Magnusson SP, Smonsens EB, Aagaard P, Moritz U, Kjaer M. Contraction specific changes in passive torque in human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 1995; 155:377-86.
10. Kubo K, Kawakami Y, Fukunaga T. The influence of elastic properties of tendon structures on jump performance in humans. *J Appl Physiol* 1999;87:2090-6.
11. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Elastic properties of muscle-tendon complex in long-distance runners. *Eur J Appl Physiol* 2000;81:181-7.
12. Bandy WD, Iron JM, Briggler M. The effect of time on static stretching on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther* 1994;74:845-50.
13. McHugh MP, Magnusson SP, Gleim GW, Nicholas JA. Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc* 1992;12:1375-81.
14. Magnusson SP, Smonsens EB, Aagaard P, Moritz U, Kjaer M. Biomechanical responses to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *Am J Sports Med* 1996;5:622-8.
15. Maganaris CN, Paul JP. In vivo human tendon mechanical properties. *J Physiol* 1999;521:307-13.
16. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Elasticity of tendon structures of lower limbs in sprinters. *Acta Physiol Scand* 2000;168:327-35.
17. Burke DG, Culligan LE. The theoretical basis of proprioceptive neuromuscular facilitation. *J Strength Cond Res* 2000;14:496-500.
18. Madding SW, Wong JG, Hallum A, Medeiros JM. Effects of duration or passive stretching on hip abduction range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther* 1987; 409-16.
19. Shrier I, Gossal K. Myths and truths of stretching. *Phys Sports Med* 2000;28: N8.
20. Cipriani D, Abel B, Pirwitz D. A comparison of two stretching protocols on hip range of motion: implications for total daily stretch duration. *J Strength Cond Res* 2003;17: 274-8.