

Artigo original

Efeitos de um treinamento de alongamento sobre a força dos músculos isquiotibiais

Effects of stretching training on the force of hamstring muscles

Fernanda Corbellini*, Marcelo La Torre*, Mônica de Oliveira Melo*, Cláudia Tarragô Candotti, D.Sc.**

.....
*Acadêmicos do Curso de Educação Física da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, ** Prof^ª Dr^a do Curso de Fisioterapia e do Curso de Educação Física da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Resumo

Com o objetivo de verificar os efeitos dos exercícios de alongamento muscular sobre a capacidade de produção de força dos isquiotibiais, durante contração isométrica, doze indivíduos, divididos em grupo controle (n = 6) e grupo experimental (n = 6) foram submetidos a três procedimentos de avaliação: força muscular, avaliação neuromuscular e amplitude de movimento, com um intervalo de quatro semanas entre as avaliações. Durante este período o grupo experimental participou de um treinamento de alongamento passivo para os músculos isquiotibiais. Os resultados indicaram que houve diferenças significativas somente para o grupo experimental entre o pré e pós-experimento, onde os sujeitos apresentaram maiores magnitudes para as variáveis força e flexibilidade. Os resultados de eletromiografia mostraram que não houve diferenças significativas para ambos os grupos, entre o pré e pós-experimento. Este resultado permite concluir que o treinamento de alongamento passivo promoveu efeito positivo sobre a capacidade de produção de força, durante contração isométrica.

Palavras-chave: goniometria, força, flexibilidade, alongamento passivo.

Abstract

The aim of this study was to verify the effects of muscle stretching exercises on the capacity of force production of hamstrings, during isometric contraction. The sample was composed of twelve subjects, 6 from control group and 6 from experimental group. They were submitted to evaluations of muscular force, electromyography and amplitude of movement, with interval of four weeks between them. During this period, the experimental group participated of a passive stretching training. The results indicated that had significant differences in the experimental group between pre and post-experiment, where the subjects showed greater magnitudes of force and flexibility. The results of electromyography did not indicate significant differences for both groups between pre and post-experiment. It was concluded that the passive stretching training promoted positive effect on the capacity of force production, during isometric contraction.

Key-words: goniometer, force, flexibility, passive stretching.

Introdução

A performance humana é oriunda de inúmeros fatores interdependentes, tais como força, velocidade, resistência, coordenação e flexibilidade. A flexibilidade é uma qualidade física na qual, por ação voluntária, os movimentos são executados na sua amplitude angular máxima, por articulação ou conjunto de articulações, dentro dos limites morfológicos e sem risco de lesões [1,2]. Alguns estudos têm demonstrado que indivíduos com boa flexibilidade possuem menor risco

de sofrer lesões nas estruturas músculo-articulares, além de desenvolverem positivamente o sistema motor e manter uma boa postura [1,3]. No entanto, geralmente a flexibilidade é vista somente como parte da rotina de treino de indivíduos praticantes de uma atividade física regular e não como um fator que pode influenciar suas atividades da vida diária (AVDs) e, portanto beneficiar sua qualidade de vida.

Parece ser consensual que a prática regular de exercícios resistidos promove um aumento da flexibilidade quando realizados em grandes amplitudes articulares [2,3,4] e, que

Recebido 19 de julho de 2005; aceito 15 de março de 2006.

Endereço para correspondência: Cláudia Tarragô Candotti, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Curso de Fisioterapia, Av. Unisinos, 950 Cristo Rei 93022-000 São Leopoldo RS, Tel: (51) 59-11122 ramal:2203, E-mail: candotti@unisinos.br; fecorbe@yahoo.com.br

exercícios de alongamento promovem, entre outros benefícios, a prevenção de lesões e dores musculares de efeito tardio [4]. A grande frequência de problemas e lesões musculares e articulares, dores lombares e limitações na participação em atividades esportivas/recreativas são conseqüências da reduzida flexibilidade [5,6]. Desse modo, entende-se que é particularmente importante o indivíduo apresentar boa flexibilidade na coluna lombar, bem como bom nível de alongamento da musculatura isquiotibial, já que esta condição parece estar associada à menor incidência de lesões lombares crônicas. Não obstante, se a coluna lombar for solicitada além da sua amplitude normal ou se houver restrição na amplitude de movimento da articulação coxo-femoral, no sentido de causarem um “bloqueio” articular, ou ainda, se a musculatura isquiotibial apresentar-se encurtada, poderão ocorrer lesões, resultantes da forte extensibilidade muscular (ou estiramento) muscular e dificuldades nas AVDs [3,7].

A procura por uma atividade física que resulte em um ganho de força ocorre freqüentemente com objetivo estético, de lazer ou competitivo. Considerando que tanto a flexibilidade quanto a força são componentes da aptidão física relacionados à saúde, entende-se que o ideal seria desenvolver o treinamento de ambas capacidades motoras paralelamente [7]. Infelizmente, geralmente, somente o trabalho de força é desenvolvido, muitas vezes em restritas amplitudes de movimento, aumentando as chances de provocar uma instabilidade músculo-articular, pois a musculatura que não é treinada na amplitude total do movimento, quando solicitada a realizar um movimento mais amplo, não resiste à tensão e acaba sendo lesionada [3,7]. A negligência para o desenvolvimento da flexibilidade em relação à força está comumente associada a crença de que o ganho de força promovido pela musculação, por exemplo, seria prejudicado pelo treinamento da flexibilidade. Para desmistificar essa crença entende-se necessário o desenvolvimento de um estudo que avalie o efeito da flexibilidade sobre a força muscular. Especula-se que o treinamento de flexibilidade não interfere negativamente no ganho de força.

Atualmente técnicas de alongamento constituem o método mais utilizado para desenvolver a flexibilidade, pois resultam em inúmeros benefícios para a saúde, como: a diminuição do risco de lesões músculo-articulares, a redução ou eliminação dos nódulos musculares, a melhora da circulação sanguínea, desenvolvimento da coordenação, entre outros [5]. Desse modo, entende-se que, através de exercícios de alongamento, a amplitude de movimento é beneficiada, tanto em movimentos esportivos como nas AVDs.

Inúmeros testes são utilizados para avaliar a flexibilidade, tais como mensuração da ADM das articulações, utilizando goniômetros ou flexímetros. O trabalho de alongamento envolve processos musculares, como as modificações no comprimento da fibra muscular, que resulta no aumento do número de sarcômeros em série e deformações nos tendões, fâscias e ligamentos, possibilitando o aumento da sua extensibilidade

[8]. Além disso, aspectos intermuscular, como a atividade dos músculos agonistas e antagonistas e, intramuscular, como o aumento da permeabilidade da membrana celular em resposta ao estímulo mecânico que é transmitido para a matriz extracelular ao iniciar o alongamento devem ser considerados, pois fazem parte destes processos musculares [9,10]. Desta forma pensa-se que os resultados do treinamento de alongamento poderiam ser avaliados com um método não utilizado convencionalmente, a eletromiografia de superfície (EMG) conjuntamente com a goniometria. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos dos exercícios de alongamento muscular sobre a capacidade de produção de força dos músculos isquiotibiais, durante contração isométrica.

Materiais e métodos

A amostra foi constituída por doze indivíduos, do sexo feminino, que apresentavam restrição da amplitude de movimento (ADM) da articulação coxo-femoral. Os indivíduos apresentavam idade média de $27,6 \pm 5,4$ anos, estatura média de $164 \pm 0,6$ cm e massa corporal média de $57,45 \pm 4,83$ kg. Foi considerado normal uma ADM de 90 graus para a coxo femoral [11]. Todos os indivíduos eram praticantes de musculação e assinaram um termo de consentimento declarando-se de acordo com sua participação voluntária no estudo e cientes de que poderiam retirar-se da investigação a qualquer momento, se assim o desejassem. Os indivíduos foram divididos em dois grupos, grupo controle ($n = 6$) e grupo experimental ($n = 6$).

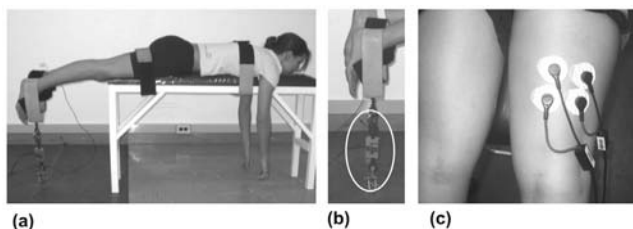
Este estudo ocorreu em três fases: (1) pré-experimento, (2) experimento e (3) pós-experimento. Nas fases de pré e pós-experimento foram realizadas avaliações de força muscular, de ADM e de EMG com os indivíduos de ambos os grupos. Na fase de experimento foi realizado um treinamento de flexibilidade somente com o grupo experimental. Durante o desenvolvimento do estudo, todos os indivíduos, de ambos os grupos, continuaram sua prática de musculação normalmente, que consistia de um treinamento resistido, com intensidade moderada de 10 a 12 repetições, com frequência de três dias por semana [12].

Durante um período de quatro semanas, três dias por semana [5], foi desenvolvido um treinamento de flexibilidade, com três exercícios de alongamento passivo. Os exercícios de alongamento foram repetidos 10 vezes cada [13], com duração de 60 segundos cada vez, totalizando uma sessão de 30 minutos [5]. No primeiro exercício, o indivíduo foi posicionado em decúbito dorsal sobre um colchonete, mantendo a coluna lombar retificada e os membros inferiores estendidos em contato com o colchonete. O exercício consistiu na elevação de um dos membros inferiores estendido até a ADM máxima do indivíduo. O pé foi mantido relaxado para evitar a ação do gastrocnêmio no joelho, pois se esta articulação estiver retraída, a dorsiflexão do pé fará com que o joelho flexione, interferindo assim no alongamento dos isquiotibiais [11]. O

segundo exercício foi realizado com o indivíduo na posição sentada sobre o colchonete, com os membros inferiores estendidos e unidos. O exercício consistiu na flexão do tronco do indivíduo, de forma que mantivesse as curvaturas fisiológicas da coluna, para que não ocorresse qualquer influência no alongamento dos músculos isquiotibiais, uma vez que o encurtamento destes músculos pode ser compensado pelo aumento da curvatura da região torácica da coluna vertebral [5]. O terceiro exercício foi realizado com o indivíduo na posição sentada sobre o colchonete, com os membros inferiores estendidos e afastados. O exercício consistiu na flexão do tronco do indivíduo à frente, com o cuidado de manter as curvaturas fisiológicas da coluna vertebral durante todo o tempo de alongamento.

O protocolo de avaliação consistiu na realização de três contrações voluntárias máximas (CVM) dos isquiotibiais, com duração de cinco segundos cada e com intervalo de dois minutos entre cada CVM. Os indivíduos foram posicionados em decúbito ventral, mantendo os joelhos estendidos, tendo seu tornozelo direito preso a uma cinta (Figura 1a). Foi solicitado que realizassem a tentativa de flexão do joelho, realizando a maior força isométrica possível. Nesta avaliação foram coletados simultaneamente sinais de força e EMG com uma taxa de amostragem de 2000 Hz para cada canal.

Figura 1 - (a) Postura durante a avaliação da força muscular, (b) Célula de carga, (c) posicionamento dos eletrodos.



Para a aquisição dos sinais de força foi utilizada uma célula de carga de 2000 N (Alfa Instrumentos Eletrônicos Ltda, São Paulo) (Figura 1b), conectada a um computador Pentium 200 MHz com 64 Mb Ram, dotado de um conversor A/D (EMG System do Brasil Ltda, São José dos Campos). A aquisição dos sinais EMG foi realizada com um eletromiógrafo de 16 canais (EMG System do Brasil, Ltda) e com o *software* AqDados (Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda), utilizando-se um computador do tipo Pentium 200 MHz com 64 MB RAM, dotado de um conversor A/D (EMG System do Brasil, Ltda).

Foram utilizados dois pares de eletrodos de superfície na configuração bipolar, colocados longitudinalmente sobre o ventre dos músculos semitendíneo e cabeça longa do bíceps da coxa (Figura 1c). Para a captação do sinal EMG foram observados rigorosamente todos os procedimentos recomendados pela Sociedade Internacional de Eletrofisiologia e Cinesilogia [14,15]. A reprodutibilidade do sinal EMG

foi avaliada em um estudo prévio, onde seis indivíduos, não integrantes da amostra, foram submetidos ao protocolo de avaliação, em dois momentos distintos, chamados de teste e reteste, com intervalo de uma semana entre eles. Os valores RMS médios, obtidos no teste e reteste, foram submetidos a dois procedimentos estatísticos: (1) teste *t* pareado para verificar se existia diferença entre eles e (2) teste de Correlação de Pearson para verificar a associação entre os sinais de teste e reteste. Os resultados do estudo piloto demonstraram que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os valores RMS médios do teste e do reteste, bem como apresentaram coeficientes de correlação fortes ($r = 0,9$) e significativos, para ambos os músculos.

Para a avaliação da ADM da flexão do quadril, foi utilizado um goniômetro manual, sendo o indivíduo posicionado em decúbito dorsal, sobre um colchonete. Foi realizado o teste de comprimento muscular dos isquiotibiais biarticulares [11]. A coluna lombar, o sacro e o membro inferior esquerdo eram mantidos firmemente em contato com o colchonete. O avaliador elevava o membro inferior direito, mantendo o joelho estendido e o pé relaxado. O centro do eixo do goniômetro foi alinhado sobre o trocanter maior do fêmur da articulação do quadril, usando como referência, o trocanter maior do fêmur. No início da ADM, o braço proximal do goniômetro foi alinhado ao longo da linha média da pelve do indivíduo e o braço distal alinhado com a linha média lateral do fêmur, usando como referência, o epicôndilo femoral. Na máxima ADM a leitura do goniômetro era realizada (Figura 2).

Figura 2 - Avaliação da ADM com goniômetro manual.



O processamento dos sinais de força e EMG foi realizado utilizando-se um sistema de aquisição de dados (SAD) (versão 2.61.07mp, 2002). Os sinais de força foram filtrados com um filtro media móvel passa baixa (frequência de corte de 10 Hz). Foram utilizados os valores de pico de força (F1, F2 e F3) em cada CVM e foi calculado o pico de força médio (Fm) das três CVM. Para os sinais de EMG foi utilizado o filtro passa-alta (frequência de corte de 20 Hz). Após a filtragem, o sinal EMG foi analisado no domínio do tempo, a partir do *root mean square* (valor RMS), em intervalos de um segundo (2000 pontos, janelamento de Hamming). Para a normalização da amplitude do sinal EMG foi utilizado como critério o valor RMS máximo (valor de pico) atingido, em cada músculo, entre as três CVM, expresso em porcentagem (100%).

Os valores de força, RMS e ADM foram submetidos a tratamento estatístico utilizando o *software* SPSS 10.0. Como a normalidade dos dados foi confirmada (teste Shapiro-Wilk) foram realizados os testes: teste *t* simples para verificar diferenças significativas entre os grupos controle e experimental no período de pré-experimento e o teste *t* pareado para verificar diferenças significativas entre o pré e pós-experimento, para os grupos controle e experimental. O nível de significância foi $p < 0,05$.

Resultados

Os resultados de força (F1, F2, F3 e Fm) e flexibilidade (ADM) obtidos no pré-experimento demonstraram que os indivíduos de ambos os grupos apresentavam semelhantes valores para estas variáveis ($p = 0,06$ e $p = 0,07$, respectivamente). Os valores médios de força e ADM obtidos nas fases de pré e pós-experimento, para os grupos controle e experimental podem ser observados na Tabela I. Quando comparados os valores de força e flexibilidade obtidos entre o pré e pós-experimento, os resultados indicaram diferenças significativas para o grupo experimental (Tabela II), que apresentou maiores magnitudes para ambas as variáveis após o treinamento de flexibilidade.

Tabela I - Média e desvio padrão da força (N) e da flexibilidade (graus) apresentada pelos indivíduos dos grupos controle e experimental, no pré e pós-experimento.

	Pré-experimento		Pós-experimento	
	Controle	Experimental	Controle	Experimental
ADM	86 ± 2,6	82 ± 5,9	87 ± 2,4	95 ± 3,5
F1	254 ± 71	183 ± 28	251 ± 69	228 ± 41
F2	256 ± 67	198 ± 51	242 ± 74	227 ± 43
F3	269 ± 73	191 ± 38	243 ± 80	231 ± 40
Fm	260 ± 70	191 ± 36	246 ± 74	229 ± 41

Tabela II - Valores *p* obtidos na comparação das variáveis força e flexibilidade entre pré e pós-experimento para os grupos controle e experimental.

	Controle	Experimental
ADM	0,08	0,00*
F1	0,26	0,02*
F2	0,15	0,07
F3	0,18	0,04*
Fm	0,16	0,02*

*diferença significativa $p < 0,05$.

Na Tabela III são apresentados os resultados obtidos com a avaliação neuromuscular nas fases de pré e pós-experimento, para os grupos controle e experimental. Pode-se observar que os valores RMS normalizados médios dos músculos bíceps

femoral e semitendíneo foram semelhantes para ambos os grupos. Desse modo, os resultados da avaliação neuromuscular dos músculos isquiotibiais demonstraram que a atividade mioelétrica não apresentou diferenças significativas para ambos os grupos entre o pré e pós-experimento ($p < 0,05$).

Tabela III - Média e desvio padrão do valor RMS normalizado dos músculos bíceps femoral e semitendíneo, no pré e pós-experimento, para os grupos controle e experimental.

	Controle		Experimental	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Bíceps femoral	32,5 ± 5,9	32,2 ± 5,0	30,5 ± 7,7	34,0 ± 5,4
Semitendíneo	35,0 ± 2,7	32,9 ± 6,4	35,5 ± 2,3	47,6 ± 6,3

Discussão

O objetivo deste estudo foi verificar os efeitos dos exercícios de alongamento muscular sobre a capacidade de produção de força. Assim, pode-se observar na Tabela II que as variáveis força e flexibilidade não se modificaram significativamente para o grupo controle, entre o pré e pós-experimento. Entretanto, o grupo experimental apresentou diferenças significativas em ambas variáveis. Como antes do início do experimento ambos os grupos não diferiam entre si, este resultado sugere que o treinamento de flexibilidade teve uma influência positiva sobre o ganho de força dos isquiotibiais.

Qualquer programa de treinamento para desenvolver a flexibilidade visa deformações positivas nos componentes plásticos (tendões, ligamentos e fâscias) dos músculos encurtados. Esses são compostos em grande parte por colágeno, o qual proporciona muita força e pequena extensibilidade devido a consistência de suas ligações cruzadas [16]. Por outro lado, um encurtamento muscular pode ser caracterizado por deformações negativas nos componentes plásticos, como por exemplo, o espessamento da fâscia (um tecido conectivo que une ossos aos elementos contráteis), devido ao maior número de ligações de colágeno, o que torna o tecido mais rígido, menos elástico e mais propenso a lesão [5]. Assim, esse espessamento da fâscia afeta a amplitude dos movimentos.

Programas de flexibilidade têm sido desenvolvidos com objetivo de melhorar a amplitude dos movimentos, sendo o alongamento muscular um dos procedimentos mais utilizados [4,5]. Dentre as diversas técnicas de alongamento, a técnica de alongamento passivo, é amplamente utilizada [17]. Nesta técnica duas variáveis podem ser manipuladas: a tensão muscular e o tempo de permanência no exercício de alongamento. No presente estudo, a tensão foi controlada, subjetivamente, pela referência do indivíduo, que verbalizava a amplitude máxima do movimento. O tempo de permanência foi estipulado em 60 segundos. Na literatura tem

sido referido que o tempo de permanência dos exercícios de alongamento passivo para desenvolver a flexibilidade deve ser mantido entre 30 e 60 segundos [2,5,18]. Alguns estudos têm demonstrado que quando os músculos isquiotibiais são submetidos a alongamentos com tempo de permanência inferior a 30 segundos não ocorrem diferenças significativas na flexibilidade [1,2,5,9,19,20].

Do ponto de vista prático, encurtamentos musculares geram limitações, em geral, tais como: compressão de fibras nervosas, prejuízo das técnicas nas habilidades atléticas, diminuição da capacidade de trabalho, do lazer e aumento da fadiga local. Acredita-se que o aumento da flexibilidade e portanto, da amplitude dos movimentos em torno das articulações, contribui para reverter os efeitos negativos do encurtamento muscular que, por sua vez, parece promover uma melhora da força quando desenvolvido paralelamente ao trabalho resistido. Estudos têm demonstrado que o aumento no comprimento da fibra muscular durante o alongamento está associado a um aumento no número de sarcômeros em série em toda a extensão das fibras musculares. Como os comprimentos dos filamentos de actina e miosina permanecem constantes, a adaptação dos músculos para um comprimento funcional diferente do comprimento de repouso acaba por envolver a produção ou remoção de sarcômeros a fim de manter o correto comprimento do sarcômero em relação ao músculo inteiro, em resposta ao treinamento do alongamento [5,15,21,22].

A avaliação neuromuscular fornece indiretamente informações fisiológicas a cerca do processo de aumento de força. Estas informações fisiológicas incluem aspectos intermusculares como a ação dos músculos agonistas e antagonistas e os aspectos intramusculares, como o recrutamento e sincronismo de unidades motoras e a velocidade e taxa de disparo dos potenciais de ação durante a contração, os quais demonstram a adaptabilidade do sistema neuromuscular ao treinamento de força [9,10]. No presente estudo, a ativação neuromuscular não apresentou diferenças significativas para ambos os grupos entre o pré e pós-experimento. Especula-se, portanto, que a melhora da força não foi decorrente de adaptações neuromusculares e sim, devido a adaptações mecânicas dos componentes plásticos. Pesquisas mostram que o alongamento é uma maneira de indução à hipertrofia, pois proporciona o aumento na produção de proteínas contráteis, no número de sarcômeros em série e em paralelo [8]. Outra possibilidade é que o ganho de força apresentado pelos indivíduos do grupo experimental possa ter tido sua origem no aumento da produção do hormônio IGF-1, pois ao trabalhar força e flexibilidade, paralelamente, a síntese deste hormônio do crescimento pode crescer em até quarenta vezes [23]. Assim, se um dos fatores que resultou no ganho de força muscular se deu através de alterações hormonais, é possível que a EMG não se altere, pois essa técnica informa a atividade elétrica do músculo e não as respostas hormonais, decorrentes do treinamento de força. Especula-se também que a não ocorrência de

adaptações neuromusculares, como demonstraram os resultados do presente estudo, talvez possa ser explicada por dois fatores: (1) o período de tempo insuficiente de treinamento de alongamento (quatro semanas) e (2) o fato dos indivíduos do estudo já serem praticantes de atividades físicas antes do experimento. Com relação à última afirmação, segundo Fleck & Kraemer [12] indivíduos treinados apresentam um percentual baixo de mudanças fisiológicas e adaptações neuromusculares se comparados a indivíduos iniciantes.

Tem sido documentado que exercícios resistidos com o objetivo de hipertrofia promovem o aumento da flexibilidade quando realizados em grandes amplitudes articulares e que uma flexibilidade bem desenvolvida auxilia no ganho de força [2,4,12]. Infelizmente, diversos mitos ainda persistem, em ambientes de academia, quando se discute o desenvolvimento simultâneo de força e flexibilidade, sendo que a crença de que um deprime o outro é a maior causa de discussões. A flexibilidade de uma articulação é dependente do seu nível de utilização. Por isso, o treinamento de exercícios de resistência em indivíduos não-atletas pode favorecer a melhora dos níveis de flexibilidade, uma vez que as articulações, até então pouco utilizadas e, provavelmente, encurtadas, passarão a receber um estímulo progressivo que acarretará adaptações positivas a médio e longo prazo [24]. A hipertrofia muscular, resultante do trabalho com peso, aumenta o diâmetro das fibras musculares, e essa secção transversa volumosa proporciona maiores condições de extensibilidade muscular e, conseqüentemente, de desenvolvimento da flexibilidade [2,4,7]. Assim, exercícios de resistência e alongamento devem ser trabalhados paralelamente para que possam ser evitados desequilíbrios no organismo [25]. Exercícios de força que exigem toda a amplitude articular podem causar *stress* e dor se o indivíduo não apresentar uma boa flexibilidade [6]. Portanto, considera-se importante observar a primeira das três leis básicas do culturismo e treinamento de força, ou seja, antes de desenvolver a força muscular, deve-se desenvolver a flexibilidade articular [4,26]. Entende-se assim que, desenvolver a força e a flexibilidade de forma equilibrada, torna-se a condição ideal para a saúde e qualidade de vida em indivíduos não-atletas.

Tem sido documentado que tanto a força como a flexibilidade decrescem significativamente com a idade e que esta perda pode ser amenizada com a prática de atividade física regular. Entretanto, estudos mostram que em relação à flexibilidade, a redução desta ocorre principalmente devido ao desuso e realização de movimentos com pequenas amplitudes articulares e não ao processo de envelhecimento [4,5,20]. Algumas pesquisas têm demonstrado que estímulos adequados de treino de força e de flexibilidade em idosos, promovem ganhos destas variáveis similares ou até superiores aos encontrados em jovens [27]. Desse modo, o desenvolvimento de um treinamento de força e flexibilidade para idosos parece contribuir significativamente para a manutenção da aptidão física, seja na sua saúde em geral, como nas capacidades funcionais, otimizando suas atividades diárias e melhorando sua

qualidade de vida [28,29].

O desenvolvimento da força e da flexibilidade pode ainda estar relacionado com as AVDs, pois por exemplo, uma determinada função profissional pode não só requerer uma força específica, em uma amplitude articular também específica, mas também a conservação daquele nível de atividade durante todo o dia de trabalho [7]. Assim, os encurtamentos musculares adaptativos resultantes da função profissional podem reduzir a flexibilidade e aumentar a tensão muscular [30]. Desta forma, exercícios de força e alongamento, para o corpo todo, fornecem estabilidade músculo-articular, além do relaxamento muscular.

A avaliação da flexibilidade da articulação coxo-femoral através da goniometria tem sido amplamente utilizada [14,25], bem como o teste de comprimento muscular dos isquiotibiais biarticulares de Kendall [14]. Outros métodos de quantificação da flexibilidade, como o que utiliza o teste de sentar e alcançar [1,31], o flexímetro [24] ou o flexiteste [6] também são referidos na literatura. No presente estudo, optou-se pela goniometria porque a medida da posição da articulação e da ADM das extremidades com um goniômetro universal são, geralmente, consideradas de confiabilidade boa e excelente [32], o que é imprescindível em um estudo de pré e pós-experimento, onde busca-se comparar os resultados obtidos.

A avaliação da força, no pré e pós-experimento, foi realizada através de contração isométrica. Não obstante, todos os indivíduos eram praticantes de musculação, ou seja, desenvolviam um trabalho de força através de contração dinâmica. Desse modo, talvez os resultados de força, obtidos pela CVM, não sejam representativos da força resultante de uma contração dinâmica, mais usualmente requerida nas atividades diárias. Entretanto, para verificar se o treinamento de flexibilidade influenciava o ganho de força, era necessária a obtenção de uma medida de força, independente do tipo de contração. Outros estudos também utilizaram contrações isométricas para avaliar o ganho de força e obtiveram resultados significativos, indicando que o treinamento de flexibilidade influenciou positivamente a força [18,20].

Conclusão

Os resultados demonstram que o treinamento de alongamento passivo, com permanência de sessenta segundos, promoveu efeito positivo sobre a capacidade de produção de força, durante contração isométrica. Além disso, os resultados também demonstraram que o treinamento de alongamento passivo promoveu melhora na flexibilidade da articulação coxo-femoral, diminuindo o encurtamento dos músculos isquiotibiais apresentado pelos indivíduos.

Referências

1. Silva SC, Matsudo VKR, Rivet RE. Flexibilidade e Aptidão Física: revisão de literatura. *Rev Bras Ciências do Esporte* 1996;6(2):158-63.
2. Dantas EH. Flexibilidade: alongamento e flexionamento. Rio de Janeiro: Shape; 1999.
3. Rodrigues TL. Flexibilidade e alongamento. Rio de Janeiro: Sprint; 1998.
4. Shiromoto CE, Filho AO, Bertolini SMMG. Implicações da prática de exercícios resistidos sobre a flexibilidade. *Revista da Educação Física* 2002;13(1): 55-62.
5. Abdallah AJ. Exercícios de alongamento: anatomia e fisiologia. São Paulo: Manole; 2002.
6. Coelho CW, Araújo CGS. Relação entre aumento da flexibilidade e facilitações na execução de ações cotidianas em adultos participantes de programa de exercício supervisionado. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* 2000;2(1):31-41.
7. Abdallah AJ. Estabilidade músculo-articular. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 1997;2(5):76-83.
8. Rosa GMMV, Gaban GA, Pinto LDP. Adaptações morfofuncionais do músculo estriado esquelético relacionados à postura e o exercício físico. *Fisioter Brás* 2002;3 (2):100-7.
9. Alter MJ. Ciência da flexibilidade. Porto Alegre: Artes Médicas; 1999.
10. Correia PP, Santos PM, Veloso A. Electromiografia – fundamentação fisiológica, métodos de recolha e processamento, aplicações cinesiológicas. [Tese]. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana; 1993.
11. Kendall FP. Músculos: provas e funções. São Paulo: Manole; 1995.
12. Fleck S, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre: Artmed; 1999.
13. Winters MV, Blake CG, Trost JS, Brinker TBM, Lowe L, Garber MB, Wainner RS. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2004;84(9):800.
14. Merletti R. Standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol* 1997;7:1-2.
15. Ávila et al. Métodos de medição em biomecânica do esporte: descrição de protocolos para aplicação nos centros de excelência esportiva. *Rev Bras Biomec* 2002;4:57-67.
16. Nordin M, Frankel VH. Biomecânica básica do sistema músculoesquelético. Rio de Janeiro: Guanabara; 2003.
17. Halbertsma JPK, Mulder I, Göeken LNH, Eisma WH. Repeated passive stretching: acute effect on the passive muscle moment and extensibility of short hamstrings. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:407-14.
18. Guirro R, Serrão FV, Mardegan MF. Alterações do sinal mioelétrico decorrentes do alongamento muscular. IX Congresso Brasileiro de Biomecânica 2001. p.245-9.
19. Feland JB, Myrer JW, Schulthies SS, Fellingham GW, Measom GW. The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther* 2001;81(5):1110-7.

20. Magnusson P, Simonsen E, Aagaard P, Poulsen P, Mchugh M, Kjaer M. Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle Arch Phys Med Rehabil 1996;77:373-8.
 21. Goldspink G. Sarcomere length during post-natal growth and mammalian muscle fibres. J Cell Sci 1968;3(4): 539-48.
 22. Deyne PG. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. Phys Ther 2001;81(2):819.
 23. Gentil P, Fischer B, Galvão A, Duarte G, Rocha L. Efeitos da variação do posicionamento dos pés no leg press 45°. Revista Digital Vida e Saúde 2003;2(1).
 24. Cyrino ES, Oliveira AR, Leite JC, Porto DB, Dias RMR, Segantin AQ, Mattanó RS, Santos VA. Comportamento da flexibilidade após 10 semanas de treinamento com peso. Rev Bras Méd Esporte 2004;10(4):233-7.
 25. Nahas MV. Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo. Londrina: Midiograf; 2001.
 26. Bompa TO, Cornacchia LJ. Treinamento de força consciente. São Paulo: Phorte; 2000.
 27. Charett S, McEvoy L, Pyka G, Snowharther C, Guido D, Wiswell R, Marcus R. Muscle Hypertrophy response to resistance training in older women. J Appl Physiol 1991;70:1912-6.
 28. Carvalho J, Oliveira J, Magalhães J, Ascensão A, Mota J, Soares J. Efeito de um programa de treino em idosos: comparação da avaliação isocinética e isotônica. Rev Paul Educ Fís 2003;17(1):74-84.
 29. Alves RV, Mota J, Costa MC, Alves JGB. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. Rev Bras Med Esporte 2004;10(1):31-7.
 30. Holderbaum G, Candotti C, Pressi A, Christianus J. Relação da atividade profissional com desvios posturais e encurtamentos musculares adaptativos. Movimento 2002;8(1): 21-9.
 31. Viana Ar. Índices de flexibilidade de colegiais, obtidos de exercícios específicos em espaldar sueco e a mãos livres, pelo método estático. Rev Bras Ciênc Esporte 1984;5(2):43-9.
 32. Norkyn CC White JD. Medida do movimento articular: manual de goniometria. Porto Alegre: Artes Médicas; 1997.
-