



**ARTIGO
ORIGINAL**

Análise da durabilidade do efeito do alongamento muscular dos isquiotibiais em duas formas de intervenção

Analysis of durability of hamstring stretching effect in two forms of intervention

Renata Cristina Magalhães Lima, Bruna Ferreira Pessoa, Bruna Letícia Tamietti Martins, Daniela Bicalho Nogueira de Freitas

RESUMO

Uma das maiores causas de disfunção do movimento é a falta de flexibilidade muscular, podendo interferir na funcionalidade dos indivíduos. Flexibilidade pode ser alterada por meio de alongamento, mas sabe-se que os efeitos do treinamento são, em geral, transitórios - aumentos duráveis resultam de remodelamento adaptativo e não simplesmente de deformação mecânica. **OBJETIVO:** Analisar a durabilidade dos efeitos de um programa de alongamento dos isquiotibiais e verificar se há diferença quando associado à esteira elétrica (aquecimento profundo) anteriormente. **MÉTODOS:** Treze mulheres e sete homens entre 18 e 39 anos, divididos em dois grupos: alongamento (A) e esteira e alongamento (EA), foram submetidos a seis semanas, cinco vezes/semana, de alongamento estático ativo dos isquiotibiais em quatro séries de 30s e esteira elétrica, somente no EA, antes do alongamento. Foi realizada medida do ângulo poplíteo utilizando-se goniometria no pré e pós-treinamento durante um mês. **RESULTADOS:** Os grupos obtiveram ganho significativo ($p=0.000$), mas não houve diferença significativa entre eles. A diminuição desse ganho em ambos aconteceu a partir do primeiro dia pós-treinamento, retornando à medida inicial em 72 horas. **DISCUSSÃO:** Os achados sugerem que os benefícios do treinamento em longo prazo existem, porém, assim que se interrompe, eles vão deixando de existir, e não se pode afirmar se foram devido a um remodelamento adaptativo ou deformação mecânica. **CONCLUSÃO:** O ganho obtido foi transitório, mas deve-se considerar que não houve demanda funcional para que ele se mantivesse.

PALAVRAS-CHAVE

alongamento, flexibilidade, treinamento, durabilidade

ABSTRACT

One of the biggest causes of movement dysfunction is the lack of muscle flexibility, what can interfere in the individual's functionality. Flexibility can be altered through stretching but the training effects are, in general, transitory – durable increases results of adaptative remodeling and not only for mechanical deformation. **OBJECTIVE:** To analyze the durability of the effects of a stretching training program of the hamstrings and verify if it has difference when associated with an electric treadmill (deep warming) before. **METHODS:** Thirteen women and seven men between 18 and 39 years, divided into two groups: stretching (A) and treadmill and stretching (EA), was submitted to a six weeks, five times/week, of active static stretching of the hamstrings with four series of 30s and electric treadmill, only at EA, before the stretching. Measurement of the popliteal angle was made through goniometry in the pre and post training for one month. **RESULTS:** The groups obtained significant gains ($p=0.000$), but no have significant difference between them. The decreased of the gains in both groups occurred in the first day post training, returning to the initial measurement in 72 hours. **DISCUSSION:** The finds suggest that the benefits of the long-term training exists, however when interrupted they stop, and it was impossible to affirm if they occurred because an adaptative remodeling or mechanical deformation. **CONCLUSIONS:** The obtained gain was transitory, but it is necessary to consider that wasn't functional demand for it remained.

KEY-WORDS

stretching, flexibility, training, durability

Recebido em 08 de Agosto de 2005, aceito em 31 de Março de 2006

Endereço para correspondência:

Renata Cristina Magalhães Lima

Centro Universitário Newton Paiva / Campus Silva Lobo

Reitoria: Rua Goitacases, 1762 – Barro Preto CEP 30190-052

Belo Horizonte – MG – Tel.: (31) 3295-6200 / Fax: (31) 3295-6226

E-mail: atpg11@yahoo.com.br / brunafisios@yahoo.com.br

Introdução

Mudanças no comprimento e na extensibilidade muscular são as maiores causas das disfunções de movimento¹. Profissionais de fisioterapia frequentemente avaliam a flexibilidade dos tecidos de seus pacientes, por meio da mensuração da amplitude de movimento (ADM), e utilizam técnicas de alongamento para restaurar a mobilidade normal, já que déficits de mobilidade podem ocorrer como resultado de diferentes tipos de patologia²⁻⁴.

O alongamento pode ser usado como um método de recuperação da ADM⁵⁻⁸, facilitando desta forma a restauração da mobilidade normal e melhora da função total⁹. Existe uma grande variedade de técnicas de alongamento, dentre elas o alongamento estático⁵. Este é uma técnica de tensão isométrica aplicada lentamente a um músculo na sua maior extensão e mantida em tal posição por um período de tempo^{9,10}. Defensores desta técnica relatam ainda que os reflexos de estiramento estão minimizados pelo movimento lento e pela ausência de dor, sendo assim recomendada por ser de fácil execução e ter pouco risco de lesão^{4,5,11}.

Em algumas práticas clínicas, para se obter um maior ganho da flexibilidade usam-se técnicas de alongamento associadas ao calor. Espera-se que o aquecimento aumente o suprimento de sangue e a liberação do oxigênio da mioglobina e hemoglobina para os músculos⁴. Estas mudanças preparam o corpo para as atividades físicas, por acelerar o metabolismo das fibras musculares e diminuir a resistência intra-muscular, aumentando assim a variedade de movimento e a eficiência mecânica⁴. Várias são as modalidades de aquecimento, como bolsa de calor úmido, parafina, ultra-som, turbilhões e ondas curtas^{7,12}, e, ainda, exercícios aeróbicos^{4,12,13}.

A análise do comportamento do músculo em diferentes comprimentos, deve levar em conta sua estrutura, considerando suas propriedades elástica e viscosa^{6,12,14}. A elasticidade é definida como a propriedade do tecido de suportar uma deformação através de uma força externa e de retornar a forma e o volume iniciais ao término da aplicação desta força^{5,14}. A propriedade viscosa é caracterizada como tempo dependente e taxa de mudança dependente onde a deformação é diretamente proporcional a força aplicada, ou seja, quanto maior a força aplicada maior a deformação muscular^{5,12}.

Os tecidos biológicos em sua maioria agem com as duas propriedades viscosa e elástica, portanto são modelos viscoelásticos⁵. Na análise do comportamento muscular observa-se ainda um modelo mecânico relacionado aos elementos elásticos do músculo, que possui três componentes inter-relacionados: elemento contrátil, elástico em série e elástico em paralelo^{2,12,14}.

Deyne afirma que os modelos biomecânicos não podem explicar completamente um aumento constante na variação motora, tais mudanças só podem ser aplicadas se o músculo adicionasse novos sarcômeros em série, tornando-se maior. Um alongamento quando mantido por vários dias provocaria uma acomodação no tamanho dos sarcômeros e estimularia a adição de novos sarcômeros³. De acordo com Herbert, grande parte das deformações viscosas é responsável pelo aumento imediato no comprimento muscular e é perdida com o tempo¹.

Dentre os poucos estudos encontrados não foi observado um

consenso a respeito da durabilidade do efeito do alongamento, variando a permanência do efeito de uma hora até quatro semanas após o término do treinamento. Parece, então, que o aumento da flexibilidade muscular, vista logo após o alongamento é, em grande parte, se não inteiramente, um fenômeno transitório que têm um valor terapêutico necessário para curtos períodos de tempo, como em atividades físicas¹. Já os aumentos duráveis no comprimento muscular irão resultar de um remodelamento adaptativo e não simplesmente da deformação viscoelástica^{1,4}. Esse remodelamento adaptativo viria a partir da existência de uma demanda funcional.

Muitas vezes os fisioterapeutas necessitam efetivar os aumentos duráveis no comprimento muscular para atingir os objetivos traçados para seus pacientes¹. Então, verifica-se a importância do conhecimento da durabilidade do aumento da flexibilidade conseguida através de um treinamento baseado em técnicas de alongamento em longo prazo.

O objetivo deste trabalho foi analisar a durabilidade dos ganhos da flexibilidade após seis semanas de aplicação da técnica de alongamento isoladamente ou associada ao aquecimento muscular, dado pela atividade física na esteira antes da técnica de alongamento; observando, ainda, qual destas duas técnicas seriam mais eficazes em relação à manutenção desta flexibilidade e por quanto tempo.

Método

Casuística

Para este estudo os indivíduos deveriam preencher os seguintes critérios de inclusão: ser considerado sedentário ou insuficientemente ativo há pelo menos seis meses (classificação dada através da versão traduzida e testada para o português do questionário internacional de nível de atividade física - IPAQ¹⁵, a qual os participantes foram solicitados a responder) e se propor a não participar de nenhum programa de exercício durante o treinamento, apresentar o ângulo poplíteo menor ou igual a 150°, ter idade entre 18 e 39 anos, assinar o termo de consentimento livre e esclarecido. Aqueles que apresentaram hipermobilidade articular, avaliado através dos critérios de Carter e Wilkinson, para frouxidão articular (hipermobilidade) generalizada¹⁶; incapacidade de realizar os movimentos necessários ao teste; diabetes; dificuldade de entendimento; cardiopatia descompensada; trauma recente e/ou intervenção cirúrgica nos membros inferiores (MMII); estavam em tratamento fisioterapêutico; apresentavam alterações congênitas ou patológicas dos MMII, e/ou não preencheram os critérios de inclusão foram excluídos.

Delineamento

Este estudo quase experimental contou com uma amostra de conveniência inicial de 33 participantes. Os voluntários, do sexo feminino e masculino, foram divididos em 2 grupos: alongamento estático (A – 13 mulheres e 3 homens) e esteira mais alongamento estático (EA – 7 mulheres e 10 homens). De acordo com a literatura parece não existir alterações entre homens e mulheres em relação ao ganho de alongamento¹⁷ e dentro da faixa etária de 18 à 39

anos parece não existir alterações fisiológicas que pudessem alterar o desempenho dos indivíduos¹⁸. Foram utilizados para o estudo ambos os MMII. A amostra assinou um termo de consentimento antes que quaisquer medidas fossem realizadas. Juntamente com o termo de consentimento foi entregue o IPAQ¹⁵, para avaliação do nível de atividade físicas dos voluntários.

Foi realizada a medição do ângulo poplíteo antes e após o protocolo de treinamento e ao término deste iniciou-se a análise do tempo de manutenção dos ganhos de flexibilidade.

Material e equipamento

Goniômetro: Foi utilizado um goniômetro universal com duas hastes de 20 cm de comprimento e um fulcro com precisão de medida de dois graus para a determinação do encurtamento dos isquiotibiais. É um equipamento de medida do ângulo articular que apresenta validade e confiabilidade já descritas na literatura, e que frequentemente é utilizado por fisioterapeutas¹⁴.

Anteparo para posicionamento dos MMII: Para medida do ângulo poplíteo foi utilizado um suporte para definir e padronizar o correto posicionamento dos MMII (90° de flexão do quadril) em relação à mesa de avaliação. Este anteparo possui duas hastes, paralelas, de Poli Cloreto de Vinila (P.V.C.) com uma haste perpendicular em relação às mesmas (Figura 1a).



Figura 1a

Anteparo para correto posicionamento dos MMII para realização do teste - anteparo acoplado à maca.

Esteira elétrica: Para promover um aquecimento profundo da musculatura, através de exercício aeróbico foi utilizada a esteira elétrica YOZDA MODELO 9500 PLUS.

Procedimentos

Avaliação Inicial

Foi realizada uma entrevista individual para coleta de dados demográficos e avaliação física.

A avaliação do ângulo poplíteo foi realizada através de marcações das referências anatômicas (trocanter maior, epicôndilo femoral lateral e maléolo lateral). Para assegurar confiabilidade no alinhamento entre as referências, em relação às hastes do goniômetro, foram feitas retas nos membros proximal e distal à articulação avaliada, utilizando-se de uma caneta dermatográfica. Para a realização da medida, o quadril foi posicionado e mantido a 90° de flexão com auxílio do anteparo (Figura 1b). As medidas do ângulo poplíteo foram obtidas por três investigadoras as quais foram divididas nas seguintes funções: marcação das referências anatômicas, elevação passiva da perna até a percepção tátil da tensão muscular à extensão do joelho, e análise goniométrica. Estas medidas foram realizadas no mesmo horário do dia antes e após a intervenção em todas as medidas.



Figura 1b

Anteparo para correto posicionamento dos MMII para realização do teste - indivíduo sendo avaliado através do goniômetro.

Aleatorização dos Grupos

O primeiro indivíduo avaliado sorteou o grupo de treinamento do qual faria parte e a partir deste sorteio os próximos avaliados foram distribuídos entre os grupos até o fechamento da amostra. Não houve aleatorização por sexo. Os dois grupos iniciaram o protocolo de treinamento simultaneamente.

Protocolo de Treinamento

Todos os participantes usaram roupas apropriadas que não impedissem o movimento adequado de flexão de quadril e permitissem visualização da articulação do joelho.

Foi determinado um tempo de aquecimento de 10 minutos de esteira sem inclinação, já descrito como sendo suficiente pela literatura¹⁹ para os participantes do grupo EA. Os indivíduos foram solicitados a andarem em velocidade auto-selecionada.

Em relação ao alongamento estático, foram realizadas quatro séries de 30s para cada membro, com intervalo de 10s de descanso entre as séries. O indivíduo ficou em decúbito dorsal em uma maca com o membro a ser alongado em extensão de joelho e flexão sem rotação de quadril sustentado por uma faixa e o outro em semi-flexão de joelho e de quadril com o pé apoiado na maca.

Os participantes realizaram o protocolo de treinamento por seis semanas, cinco vezes/semana. No caso de falta, o alongamento foi repostado com acréscimo de um dia por falta. O indivíduo era excluído do estudo no caso de concluir três faltas.

Avaliação da Durabilidade

Após a realização das seis semanas de treinamento os indivíduos foram reavaliados, em relação ao ângulo poplíteo, no pós 1°, 2°, 3°, 4°, 10°, 15° e 31° dias, seguindo os mesmos procedimentos anteriormente relatados.

Estatística

A análise dos dados foi realizada através do programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows Release 13.0. Inicialmente, foi feita a análise do ICC intra-examinador para a medida do ângulo poplíteo, o que julgou-se ser apropriado para confiabilidade das medições neste estudo. Cinco voluntários (3 mulheres e 2 homens) concordaram em participar dessa avaliação de confiabilidade. Uma semana separou a primeira e a segunda mensurações. O intervalo de confiança estabelecido foi de 95%. Foi obtida uma confiabilidade de 0,92. Estatísticas descritivas foram utilizadas para todas as variáveis. Análise de variância ANOVA para medidas repetidas com contrastes pré-planejados foi realizada para determinar se havia diferenças significativas entre as medidas de cada grupo (pré, pós-intervenção, 2°, 3°, 4°, 10°, 15° e 31° dias) e entre os grupos. O nível de significância estabelecido foi de $\alpha=0,05$.

Resultados

Trinta e três indivíduos foram avaliados. Destes, três foram excluídos logo após a avaliação, oito interromperam o treinamento e dois não compareceram para as reavaliações. Seis faziam parte

do grupo alongamento (quatro mulheres e dois homens) e sete do grupo esteira e alongamento (três mulheres e quatro homens).

Foram utilizados para a análise estatística os dados da medida do ângulo poplíteo de 20 indivíduos com média de idade de $26,87 \pm 5,17$ (grupo A $25,58 \pm 4,88$; grupo EA $28,16 \pm 5,37$). Treze eram do sexo feminino (A: 9, EA: 4) e sete do sexo masculino (A: 1, EA: 6). Como foram utilizados ambos os membros inferiores totalizaram-se 40 membros estudados.

De acordo com a análise estatística houve aumento significativo do alongamento entre o pré e pós-treinamento em ambos os grupos e retorno ao valor de origem (baseline) no 4° dia após o término do protocolo também em ambos (aproximadamente 72hs) (Tabela 1).

Tabela 1
Valores p da comparação das medidas pré-treinamento com as demais nos dois grupos.

Medidas	Grupo A	Grupo EA
Pré-Pós	0,000*	0,000*
Pré-2	0,000*	0,000*
Pré-3	0,002*	0,000*
Pré-4	0,234	0,148
Pré-10	0,359	0,371
Pré-15	0,192	0,639
Pré-31	0,126	0,035*

*significância estatística - $p < 0,05$; Medidas - comparação da medida obtida no Pré - pré-treinamento com todas as outras medidas após o treinamento: Pós - primeiro, 2 - segundo, 3 - terceiro, 4 - quarto, 10 - décimo, 15 - décimo quinto, e 31 - trigésimo primeiro dias; A - alongamento; EA - esteira e alongamento

No grupo A houve diferença estatisticamente significativa entre todas as medidas até o 10° dia (APré até A10), não apresentando nenhuma diferença significativa entre as duas últimas medidas (Figura 2). Já em relação ao grupo EA, o ganho inicial, entre EAPré e EAPós, e a perda deste ganho permaneceu significativo em todas as medidas, exceto entre o 4° e 10° dia (Figura 3). Verificou-se que neste último grupo houve menor ganho no alongamento quando comparado ao grupo A (A=22,2 e EA=19,2), mas não foi significativo ($p=0,062$) (Tabela 2).

Tabela 2
Valores p da comparação das medidas subseqüentes entre os dois grupos.

Medidas	A X EA
Pré - Pós	0,062
Pós - 2	0,555
2 - 3	0,049*
3 - 4	0,806
4 - 10	0,071
10 - 15	0,489
15 - 31	0,082

*significância estatística - $p < 0,05$; Medidas - Pré-Pós - comparação da medida obtida no pré-treinamento com o pós, Pós-2 - pós com segundo dia, 2-3 - segundo com terceiro, 3-4 - terceiro com quarto, 4-10 - quarto com décimo, 10-15 - décimo com décimo quinto, e 15-31 - décimo quinto com trigésimo primeiro dias; A - alongamento; EA - esteira e alongamento

Ao comparar os dois grupos, a diferença das medidas da perda de flexibilidade foi observada apenas do 2º para o 3º dia após o treinamento, onde foi verificada uma perda mais gradual no grupo EA, porém este grupo apresentou diminuição estatisticamente significativa do ângulo poplíteo em relação a *baseline*, ou seja, na última medida o valor encontrado foi inferior do valor inicial.

no 31º dia após-treinamento, este retorno ultrapassou o valor obtido na medida inicial (*baseline*).

Segundo o estudo de Bandy e Irion, realizado com intuito de verificar o tempo necessário que a musculatura deve ser sustentada na posição de alongamento, para o aumento máximo da flexibilidade, sendo usado para mensurar o ganho um goniômetro universal, foi observado que 30 segundos era o tempo suficiente para um alongamento efetivo da musculatura dos isquiotibiais. Neste estudo foram selecionados 57 indivíduos (40 homens e 17 mulheres), entre 20 e 40 anos, divididos em quatro grupos: grupo 1, alongamento estático sustentado por 15s; grupo 2, por 30s; grupo 3, por 60s e grupo 4, sendo controle. O treinamento foi realizado durante seis semanas, cinco vezes por semana e sendo realizado uma série por dia¹⁰.

Malliaropoulos et al também relataram que 30 segundos de alongamento era o suficiente para pessoas saudáveis, porém concluiu que um alongamento estático por 30s repetido quatro vezes era mais adequado para atingir o máximo de benefício¹¹.

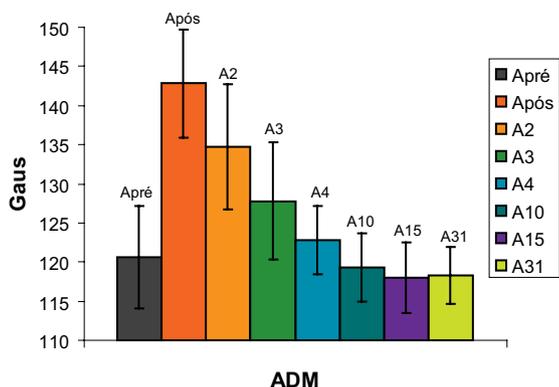
No presente estudo observou-se ganho de 18,41% no grupo A (p=0,000) e de 15,91% (p=0,000) no grupo EA, utilizando metodologia semelhante ao estudo de Bandy e Irion, porém com quatro séries de 30 segundos¹⁰.

Taylor et al relataram que, embora tenha sido encontrado na literatura que o calor associado ao alongamento aumenta a ADM em relação ao alongamento isolado, seus resultados não foram estatisticamente significativos. Sua metodologia incluiu 24 indivíduos (12 homens e 12 mulheres) entre 18 e 39 anos, que foram submetidos a um tratamento de calor (20 minutos) seguido de alongamento estático passivo (grupo 1), frio (20 minutos) seguido de alongamento estático passivo (grupo 2) e alongamento estático passivo (grupo 3), sendo todos realizados uma vez por semana¹³.

Em contrapartida Pinfield, com propósito de determinar o efeito do alongamento estático após diatermia com ondas curtas versus alongamento estático na flexibilidade do músculos isquiotibiais, reconheceu que a associação do alongamento com modalidades térmicas podem mudar a viscoelasticidade do tecido conjuntivo resultando em uma deformação plástica após o alongamento. Seu estudo utilizou como instrumento de medida de ADM o goniômetro universal e fizeram parte deste 30 mulheres divididas em três grupos: grupo 1, sendo controle; grupo 2, alongamento estático por três minutos três vezes/semana durante um mês e o grupo 3, diatermia por ondas curtas contínuo por 20 minutos e alongamento estático sustentado por três minutos, três vezes por semana, durante um mês²⁰.

Embora alguns autores tenham relatado que a associação do alongamento com aquecimento resulta em uma maior flexibilidade^{4,7,13,20}, o mesmo resultado não foi encontrado no presente estudo. Ao utilizar aquecimento muscular através de esteira por dez minutos antes do alongamento em um dos grupos (EA) não foi observada diferença estatística em relação ao grupo só alongamento (A) (p=0.062). Acredita-se que tal resultado possa estar relacionado ao tempo de aquecimento utilizado, visto que os autores estudados utilizaram um aquecimento profundo por volta de 20 minutos. Este estudo utilizou dez minutos por ser um tempo já

Avaliações Grupo Alongamento



Apré – medida realizada antes do treinamento, Após – no primeiro dia pós treinamento, A2 – no segundo, A3 – no terceiro, A4 – no quarto, A10 – no décimo, A15 – no décimo quinto, e A31 – no trigésimo primeiro; * - significância estatística, p< 0,05

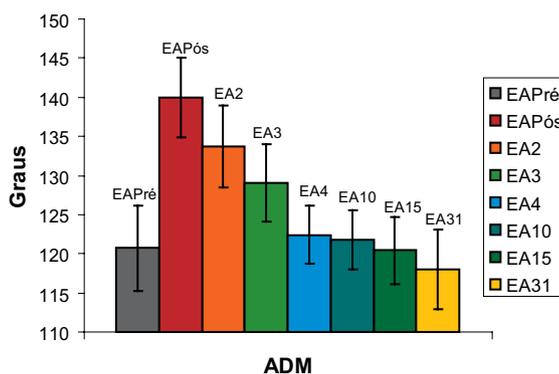
Figura 2

Medidas do ângulo poplíteo obtidas no grupo Alongamento – médias e desvios-padrão.

Discussão

O presente estudo demonstrou que o programa de alongamento estático resultou em ganho na ADM articular, mas quando associado ao aquecimento profundo, não apresentou um ganho estatisticamente diferente ao alongamento isolado. A regressão da flexibilidade apresentada após o treinamento, em relação à primeira medida, ocorreu em ambos os grupos em até 72 horas, sendo que em relação ao grupo de esteira associado ao alongamento estático,

Avaliações Grupo Esteira e Alongamento



EAPré – medida realizada antes do treinamento, EAPós – no primeiro dia pós treinamento, EA2 – no segundo, EA3 – no terceiro, EA4 – no quarto, EA10 – no décimo, EA15 – no décimo quinto, e EA31 – no trigésimo primeiro; * - significância estatística, p< 0,05

Figura 3

Medidas do ângulo poplíteo obtidas no grupo Esteira e Alongamento – médias e desvios-padrão.

proposto na literatura para se conseguir alcançar um aumento da temperatura corporal¹⁹.

Na avaliação do retorno da flexibilidade, em relação à medida pré-treinamento, neste estudo foi observado que ao 4º dia (72 horas) houve retorno total em ambos os grupos, sendo que o grupo de aquecimento associado ao alongamento apresentou uma regressão da medida além do valor inicial, embora tenha sido de forma mais gradativa. Esses resultados corroboram com Youdas et al, que após um treinamento de alongamento estático, durante seis semanas, do tríceps sural, observaram através da goniometria que houve o retorno à medida inicial entre 60 à 72 horas, após o último período de treinamento. O estudo utilizou 101 indivíduos, 38 homens e 63 mulheres com idade variando entre 21 e 59 anos, divididos em quatro grupos: grupo 1, que serviu de grupo controle; grupo 2, 3 e 4 que executaram uma repetição de alongamento estático do tríceps sural, uma vez por dia. O grupo 2 sustentou por 30s; grupo 3, por 1min e grupo 4 por 2min².

No entanto, Malliaropoulos *et al* relataram em seu estudo, no qual 80 indivíduos, 52 homens e 28 mulheres, divididos aleatoriamente em dois grupos que realizaram alongamento estático por 30s, repetidos quatro vezes (o grupo A tinha uma sessão diária enquanto o grupo B realizava quatro sessões por dia) um retorno ao baseline em tempo médio de 7,3 dias, o que pode ser dado pelo fato que, ao alongar um músculo além dos seus limites usuais, este seria levado a uma ruptura na junção musculotendinosa, gerando uma deformação plástica. O método de análise também foi através da goniometria¹¹.

Herbert relatou que os aumentos duráveis no comprimento do músculo provavelmente irão resultar de remodelamento adaptativo da estrutura muscular, explicado pelo acréscimo do número de sarcômeros em série no tecido muscular. O autor afirmou, ainda, que se houver diminuição no comprimento do sarcômeros por encurtamento adaptativo (ex: imobilização), isso levaria a um decréscimo de sua quantidade, podendo ser reversível com a técnica de alongamento a longo prazo¹.

Como houve uma perda gradativa dos ganhos obtidos com o protocolo de treinamento de alongamento no presente estudo, voltando ao baseline em aproximadamente 72 horas em ambos grupos, pode-se pensar que provavelmente não houve adaptação estrutural, ou seja, adição de sarcômeros em série, ou então, que se houve, tenha sido pequena. Infelizmente, neste estudo não foi possível mensurar de fato a causa destes ganhos (adaptação estrutural X deformação mecânica). Os efeitos podem ter sido em sua maioria decorrentes da deformação mecânica gerada pelo alongamento em cinco vezes por semana em seis semanas. Como os indivíduos não possuíam queixas funcionais apesar de haver encurtamento dos isquiotibiais, o ganho conseguido através do protocolo não acrescentou mudanças visíveis na rotina diária destes indivíduos. Dessa forma não houve mudança na demanda funcional dos mesmos, o que talvez tenha contribuído para uma não manutenção dos ganhos obtidos.

Além disso, a não manutenção do ganho de ADM nos grupos pode ter sido influenciada, também, devido à falta de orientação aos voluntários sobre o posicionamento mais adequado para um maior aproveitamento da ADM adquirida pelo alongamento, podendo

desta forma promover um maior prolongamento do ganho.

Apesar de o atual estudo ter apresentado um ICC alto (0,92) para uso do goniômetro, sendo considerado bom para a confiabilidade do mesmo, os resultados devem ser cuidadosamente analisados, visto que a técnica utilizada para documentar o processo pré e pós-intervenção é pouco objetiva. Isto possibilita uma possível explicação para a diferença estatística entre os grupos do 2º para o 3º dia da medida de reavaliação pós-treinamento já que não houve diferença quanto a orientações dadas aos indivíduos, nem medidas realizadas em outros horários ou de outras formas. Esta dificuldade sobre a pouca objetividade das técnicas utilizadas para a documentação dos estudos, vem pressionando os profissionais da área de saúde a buscarem informações científicas para subsidiar a escolha de intervenções, gerando discussões para adoção de um modelo funcional que sistematize melhor a prática auxiliando os terapeutas a buscarem evidências que sejam mais relevantes. Além de fazer uso sistematizado de instrumentação objetiva, é preciso selecionar instrumentos que documentem mudanças nos três níveis de função: estrutura e função do corpo; atividade e participação do indivíduo, para uma avaliação mais global²¹. Nem sempre uma diminuição somente da ADM articular (prejuízo no nível estrutura e função do corpo) levará o indivíduo a um déficit funcional, apesar de uma das maiores causas de disfunção do movimento ser a falta de flexibilidade muscular, podendo interferir na funcionalidade dos indivíduos. O organismo desse indivíduo pode compensar o déficit de flexibilidade e o mesmo não apresentar prejuízo nas suas atividades diárias e sociais (trabalho, estudo, lazer). Portanto, a avaliação deve ter instrumentos capazes de documentar todos os três níveis. A goniometria não deve ser utilizada como um parâmetro isolado de avaliação.

Outro fator limitante do presente estudo, foi a heterogeneidade ocorrida no grupo de alongamento isolado, já que este possuía 90% dos integrantes sendo do sexo feminino, enquanto o grupo de esteira associado ao alongamento foi composto por 40% do sexo feminino. Essa condição dos grupos pode ter influenciado os resultados de ganho da flexibilidade, apesar de estudos mostrarem não haver diferença entre os sexos²².

Segundo Chaves, que procurou analisar o comportamento da flexibilidade corporal, através da articulação e do movimento, em mulheres adultas jovens, em diferentes fases do ciclo menstrual, não existe diferença na flexibilidade nessas fases. Foi utilizado como instrumento para avaliação da flexibilidade o flexiteste, manuseado pelo mesmo profissional. Foram selecionadas para o estudo 15 mulheres, com idade variando entre 19 a 25 anos, divididas em dois grupos: grupo experimental com mulheres eumênorréicas (GE) e grupo controle com mulheres em uso de anticoncepcional hormonal (GC). As voluntárias foram avaliadas durante quatro semanas consecutivas, sempre no mesmo dia da semana e aproximadamente no mesmo horário¹⁷.

Já no estudo de Blackburn realizado com 30 indivíduos avaliados (15 mulheres e 15 homens), foi observado uma significância estatística em relação a flexibilidade devido a modificações hormonais, capazes de promover alterações físicas e metabólicas

na mobilidade articular e na lassidão ligamentar, devido a níveis diferentes de relaxina, verificando que o sexo feminino apresentou um resultado indicando uma flexibilidade significativamente maior em relação ao sexo masculino²³.

Devido à falta de consenso sobre o tema proposto e informações insuficientes em relação ao tempo de permanência do alongamento, e, ainda, à importância relacionada à clínica, existe uma ampla necessidade de continuação dos estudos nesta área do conhecimento.

Conclusões

Os resultados do presente estudo demonstraram que o programa com alongamento estático foi efetivo no aumento da ADM articular de joelho, mas que a associação deste com o aquecimento profundo não levou a um maior ganho de flexibilidade. Como já esperado, houve retorno da flexibilidade apresentada após o treinamento, em relação à primeira medida, em ambos os grupos até 72 horas. Estes achados sugerem que os benefícios de um treino com exercícios de alongamento estático de isquiotibiais a longo prazo (seis semanas) em indivíduos insuficientemente ativos, sem patologias musculoesqueléticas, existem, porém assim que se interrompe este treinamento os benefícios vão deixando de existir se não for passada nenhuma orientação ao indivíduo. Ainda, como os indivíduos deste estudo não possuíam perda funcional devido ao encurtamento de isquiotibiais apresentado inicialmente, o ganho que obtiveram provavelmente foi perdido por não ter sido necessária a sua utilização.

Referências bibliográficas

- Herbert R. The passive mechanical properties of muscle and their adaptations to altered patterns of use. *Aust J Physiother.* 1988; 34(3): 141-9.
- Youdas JW, Krause DA, Egan KS, Therneau TM, Laskowski ER. The effect of static stretching of the calf muscle-tendon unit on active ankle dorsiflexion range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003; 33(7): 408-17.
- De Deyne PG. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys Ther.* 2001; 81(2): 819-27.
- Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey DJr. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(3):371-8.
- Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, Garret WE Jr. Viscoelastic properties of muscle-tendon units The biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med.* 1990; 18(3): 300-09.
- Halbertsma JP, van Bolhuis AI, Goeken LN. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstring. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77(7): 688-92.
- Draper DO, Castro JL, Feland B, Schulthies S, Eggett D. Shortwave diathermy and prolonged stretching increase hamstring flexibility more than prolonged stretching alone. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004; 34(1): 13-20.
- Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* 2002; 92(2): 595-601.
- Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstrings muscles. *Phys Ther.* 1997; 77(10): 1090-6.
- Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstrings muscles. *Phys Ther.* 1994; 74(9): 845-50.
- Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papalada A, Papacostas E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(5): 756-9.
- McNair P, Stanley SN. Effect of passive stretching and jogging on the series elastic muscle stiffness and range of motion of the ankle joint. *Br J Sports Med.* 1996; 30(4):313-7.
- Taylor FB, Waring CA, Brashear TA. The effects of therapeutic application of heat or cold followed by static stretch on hamstring muscle length. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1995; 21(5): 283-6.
- Bisciotti NG, Vilardi JR, Manfio EF. Lesão traumática e déficit elástico muscular. *Fisioter Bras.* 2002; 3(4): 242-9.
- Pardini R, Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade E, Braggioni G, et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ – versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev bras ciênc mov.* 2001; 9(3): 45-51.
- Magge DJ. Avaliação musculoesquelética. 3a ed. São Paulo: Manole; 2002.
- 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.
- Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3a ed. São Paulo: Manole; 2000.
- Pinfild CE, Prado RP, Liebano RE. Efeito do alongamento estático após diatermia de ondas curtas versus alongamento estático nos músculos isquiotibiais em mulheres sedentárias. *Fisioter Bras.* 2004; 5(2): 119-24.
- Sampaio RF, Mancini MC, Fonseca ST. Produção científica e atuação profissional: aspectos que limitam essa integração na fisioterapia e na terapia ocupacional. *Rev Bras Fisioter.* 2002; 6(3): 113-8.
- Roberts JM, Wilson K. Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *Br J Sports Med.* 1999; 33(4): 259-63.
- Blackburn JT, Riemann BL, Padua DA, Guskiewicz KM. Sex comparison of extensibility, passive, and active stiffness of the knee flexors. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19(1):36-43.
- Chaves CPG, Simão R, Araújo CGS. Ausência de variação da flexibilidade durante o ciclo menstrual em universitárias. *Rev Bras Med Esporte.* 2002; 8(6): 212-8.