
AVALIAÇÃO DOS MÉTODOS DE ALONGAMENTO ESTÁTICO E ALONGAMENTO ESTÁTICO COMBINADO AO ULTRA-SOM NA EXTENSIBILIDADE DO GASTROCNÊMIO

Effects of the static stretching and static stretching associated to the ultrasound in gastrocnemius extensibility

Gladson Ricardo Flor Bertolini¹, Tatiana Raquel Filippin², Cristiani Matiko Onishi³, Débora Ariza⁴, Gustavo Kiyosen Nakayama⁵, Eduardo Alexandre Loth⁶

¹Fisioterapeuta, Mestre em Engenharia Biomédica / CEFETPR, docente do curso de Fisioterapia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, PR - Brasil, e-mail: gladson_ricardo@yahoo.com.br

²Fisioterapeuta formada pela Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR - Brasil, e-mail: tati_filippin@yahoo.com.br

³Fisioterapeuta formada pela Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel, PR - Brasil,

⁴Fisioterapeuta formada pela Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel, PR - Brasil, e-mail: deborah_ariza@yahoo.com.br

⁵Fisioterapeuta, Mestre em Medicina Interna e Terapêutica com Ênfase em Medicina Baseada em Evidências / UNIFESP/EPM, docente do curso de Fisioterapia UNIOESTE, Cascavel, PR - Brasil, e-mail: gkanakayama@gmail.com

⁶Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia Traumatológica / UNIPAR, docente do curso de Fisioterapia da UNIOESTE, Cascavel, PR - Brasil, e-mail: alefisio@unioeste.br

Resumo

O alongamento muscular passivo é uma forma útil de prevenção e tratamento nas mais diversas patologias, amplamente usado dentro do tratamento fisioterapêutico. O objetivo deste estudo foi analisar o grau de alongamento muscular apresentado no músculo gastrocnêmio, em resposta aos métodos de alongamento estático e alongamento estático associado ao ultra-som, comparando-os com um grupo controle. O experimento clínico consistiu da análise dos graus de dorsiflexão, utilizando-se de mensuração goniométrica, em 14 indivíduos (18 a 26 anos), que apresentavam encurtamento muscular do gastrocnêmio. Os indivíduos foram divididos em três grupos: I – 5 realizaram alongamento estático (14,3°, ± 4,7°); II – 5 realizaram alongamento associado ao ultra-som (frequência de 1 MHz, pulsado

em 2:8, intensidade de 1,0 W/cm² SATP, por 5 minutos), na região de transição miotendínea do músculo gastrocnêmio (9,0°, ± 4,6°); III – 4 no grupo controle (18,8°, ± 8,5°). Os participantes do grupo I na segunda mensuração apresentaram em média 19,2° (± 4,0°, p < 0,05); a média do grupo II foi 21,3° (± 5,0°, p < 0,05). Para o grupo controle, a média final foi 18,2° (± 8,2°, p > 0,05). O grupo que realizou alongamento associado ao ultra-som mostrou-se como o de maior ganho final, sendo mais efetivo que o grupo I, e ambos mostraram ganhos de extensibilidade ao comparar com o grupo controle. Os resultados demonstraram que o uso associado de ultra-som pode facilitar o ganho de extensibilidade em maior grau para indivíduos com encurtamento muscular.

Palavras-chave: Alongamento muscular; Ultra-som terapêutico; Extensibilidade muscular.

Abstract

Passive stretchings is an useful form of prevention and treatment in the most several pathologies, thoroughly used inside of the physiotherapy. Objective of this study was to analyze the degree of muscular stretching presented in the muscle gastrocnemius, in response to the methods of static stretching and, static stretching associated to the ultrasound, comparing them with a group control. Clinical experiment consisted of the analysis of the flexion degrees, through goniometric measure in 14 individuals (18 to 26 years), that presented shortening muscular of the gastrocnemius. Individuals were divided in three groups: I - 5 accomplished static stretching (14,3°, ± 4,7°); II - 5 accomplished stretching associated to the ultrasound (frequency of 1 MHz, pulsed 2:8, intensity of 1,0 W/cm² SATP, 5 minutes), in gastrocnemius transition muscle-tendon (9,0°, ± 4,6°); III - 4 in the group control (18,8°, ± 8,5°). Participants of the group control in the second measure presented 18,2° on average (± 8,2°, p > 0,05); the individuals submitted to the static stretching obtained 19,2° (± 4,0°, p < 0,05); the average of the group III was 21,3° (± 5,0°, p < 0,05). Stretching associated to the ultrasound was shown as the one of larger final earnings, being more effective than the group I, and both showed earning of extensibility when comparing with the group control. The results demonstrated that the use associated of ultrasound can facilitate the earnings of extensibility in larger degree for individuals with muscular shortening.

Keywords: Muscular stretching; Therapeutic ultrasound; Muscular extensibility.

INTRODUÇÃO

A prática dos exercícios de alongamento é muito difundida entre atletas e pessoas envolvidas em atividades físicas (1), além de um procedimento rotineiro em Clínicas de Fisioterapia (2). O aumento na amplitude dos movimentos, a redução no risco de lesões músculo-articulares e a melhora no desempenho físico são alguns dos principais motivos relacionados à sua inclusão como forma de tratamento. Além disso, o alongamento consiste em uma atividade muito simples e constitui um dos melhores tratamentos para longos períodos de inatividade e imobilidade; a flexibilidade é considerada uma combinação ideal entre a mobilidade articular e a extensibilidade muscular (1).

O alongamento envolve um mecanismo extremamente complexo. Ao se alongar um músculo, há interferência no reflexo miotático, que possui como função primária a proteção da estrutura muscular. Os receptores sensoriais situam-se nas inserções proximal e distal do músculo, regiões essas que são tensionadas durante os grandes alongamentos (2).

Existem várias formas de se proceder a um alongamento muscular, dentre estas, encontra-se o alongamento estático, de fácil realização, podendo ser realizado ativamente. O alongamento estático consiste em movimentos lentos, que são continuados até que uma amplitude articular máxima seja atingida e, quando essa posição articular desejada é alcançada, é mantida estaticamente, em geral,

por cerca de 10 a 30 segundos. Segundo Hall (3), este período de tempo é suficiente para estimular os órgãos tendinosos de Golgi, que sobrepujam as respostas dos fusos musculares e promovem o relaxamento dos músculos que estão sendo alongados, facilitando, assim, o alongamento. O alongamento estático não ultrapassa os limites de extensibilidade muscular, o que resultaria em microtraumatismos das fibras musculares, consistindo, assim, em um método seguro de alongamento (4).

O ultra-som terapêutico possui ações físicas, biofísicas e terapêuticas, sendo alvo de investigações desde a introdução desse recurso, há mais de 50 anos (5, 6, 7, 8). Quando as ondas ultra-sônicas deslocam-se nos tecidos, parte é absorvida, isto conduz à geração de calor devido à vibração molecular e a absorção transfere energia para o interior do tecido, por meio da conversão da energia mecânica em térmica. Este aumento de temperatura possibilita o aumento da extensibilidade do tecido conjuntivo (9).

Contudo, Young (10) relata que com doses abaixo de $0,5 \text{ W/cm}^2$ (densidade de potência média espacial e temporal - SATA) agem apenas os efeitos não térmicos do ultra-som. Para Starkey (9), o ultra-som pulsado tem a capacidade de aumentar a síntese protéica e dessa forma, o tecido conjuntivo tornar-se-ia mais forte e deformável. Justifica-se, então, um estudo para verificar efeitos do ultra-som pulsado atérmico associado ou não ao alongamento estático, visando aumento da extensibilidade do tecido conjuntivo muscular.

O objetivo deste estudo é observar o ganho de extensibilidade muscular de gastrocnêmios, utilizando-se alongamento estático ou alongamento estático com realização prévia de ultra-som terapêutico, comparando-os com um grupo controle.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Humanos da UNIOESTE. Sujeitos da pesquisa foram estudantes da referida instituição. Antes de iniciar o experimento, todos os participantes leram e assinaram um termo de consentimento, livre e esclarecido, informando-os dos procedimentos do estudo e de seus direitos.

Os critérios de inclusão consistiram em: ser acadêmico da UNIOESTE, ter entre 18 e 26 anos e apresentar encurtamento de gastrocnêmios. Segundo Kapandji (11), o indivíduo apresenta limitação de amplitude de movimento (ADM) quando não atinge 20° de dorsiflexão de tornozelo. Os critérios de exclusão foram: limitação da ADM por outros motivos que não o encurtamento muscular, história de fratura recente em tornozelos, hematoma, processo inflamatório ou infeccioso na articulação dos tornozelos e quando o sujeito referia algia muscular ao alongamento. Aos participantes foi solicitado não se envolver em nenhum outro programa de alongamento muscular durante a execução do estudo, ou em qualquer outra atividade que viesse a interferir nos resultados.

O total de participantes do estudo foi de 15 sujeitos, 11 do sexo feminino e 4 do sexo masculino; estes foram divididos em três grupos: 5 sujeitos participaram do grupo submetido ao alongamento estático (grupo I), 5 sujeitos participaram do grupo tratado com o alongamento estático associado ao uso de ultra-som (grupo II). Os outros 5 participaram do grupo controle (grupo III), para o qual não foi realizado procedimento algum, porém, este grupo finalizou com 4 participantes em razão de uma desistência.

Admitindo-se a possibilidade de ocorrer erros nas mensurações, teve-se o cuidado para ter o mesmo examinador realizando-as com uma técnica consistente, padrão de goniometria (12). O pesquisador marcava a cabeça da fíbula, o maléolo lateral e a base do quinto metatarso com uma caneta permanente, a fim de assegurar a mesma marcação nas protuberâncias ósseas em todas as mensurações, quando necessário o procedimento de marcação era repetido. Para a realização das mensurações, os sujeitos deitavam sobre um divã, em decúbito dorsal, mantendo os joelhos estendidos, independente de flexo-extensão do quadril. O braço fixo do goniômetro foi posicionado ao longo do eixo da fíbula. O braço móvel foi posicionado paralelo à borda lateral do pé, com eixo no maléolo lateral. Todas as mensurações foram registradas imediatamente quando a máxima dorsiflexão passiva era atingida, com auxílio do próprio examinador. Foi utilizado sempre o mesmo goniômetro, da marca CARCI®, para a realização das mensurações. Os sujeitos da pesquisa usavam roupas confortáveis, que não traziam limitações para a mensuração ou para a realização do alongamento.

A primeira mensuração foi realizada antes do início das intervenções, ou seja, antes de iniciar a primeira sessão de alongamento e a segunda mensuração foi realizada após a décima e última sessão, consistindo no grau resultante de dorsiflexão.

O grupo I, que era submetido somente ao alongamento estático, foi conduzido por um pesquisador para uma sala na qual eram realizados os alongamentos. Os sujeitos eram orientados a posicionar a ponta do pé do membro a ser alongado sobre um degrau, enquanto que o outro ficava totalmente apoiado sobre este. Após o posicionamento correto, pedia-se ao sujeito que descarregasse o peso corporal sobre a perna a ser alongada, até sua amplitude total de movimento ou o seu limiar de dor, sustentando essa posição por 20 segundos, e, repousando durante 40 segundos, por 5 vezes. O alongamento do gastrocnêmio direito e esquerdo era realizado simultaneamente, de modo que, enquanto o membro já alongado repousava nos primeiros 20 segundos, o membro contralateral alongava-se durante o mesmo tempo, e, após o alongamento do segundo membro, ocorria um tempo de repouso de ambos, por 20 segundos, repetindo-se o alongamento em cada membro 5 vezes. Dessa forma, o sujeito obtinha um alongamento muscular diário de 1 minuto e 40 segundos, em cada músculo gastrocnêmio, durante 12 dias consecutivos, excetuando sábado e domingo, totalizando 10 procedimentos. O alongamento era realizado em frente ao espaldar, para que o sujeito tivesse apoio (Figura 1).



FIGURA 1 - Alongamento para músculo gastrocnêmio esquerdo, utilizando escada

O grupo II foi submetido ao ultra-som (US) na região de transição miotendínea, durante 5 minutos, em uma intensidade de $1,0 \text{ W/cm}^2$ -SATP (densidade de potência média espacial e pico temporal) ($0,2 \text{ W/cm}^2$ -SATA), no modo pulsado (2:8), com frequência de 1 MHz e repetição de ciclos de 100 Hz, usando gel como meio acoplador. O sujeito permanecia em decúbito ventral durante a aplicação. O aparelho utilizado foi o modelo AVATAR III, da marca KLD, disponível na Clínica de Fisioterapia da UNIOESTE, cabeçote cilíndrico de ERA=4,94 cm^2 , o qual possuía certificado de calibração válido para o período da pesquisa. O ultra-som era aplicado em um membro inferior e este era alongado de forma semelhante ao grupo I, após, era aplicado no membro inferior contralateral para que então este fosse alongado (Figura 2).



FIGURA 2 - Uso do ultra-som sobre a transição miotendínea

Os alongamentos dos grupos I e II foram realizados pelos sujeitos conforme a ordem de chegada na Clínica de Fisioterapia da UNIOESTE (local onde foram realizados todos os procedimentos do estudo). Contudo, os alongamentos foram realizados aproximadamente na mesma hora do dia (por volta das 18h00), não havendo um intervalo maior do que duas horas entre o primeiro sujeito a realizar o alongamento e o último sujeito a realizá-lo.

A análise dos dados obtidos foi realizada por meio da estatística descritiva, do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, do teste de Wilcoxon para comparação dentro dos grupos e do teste de Mann-Whitney para comparar os grupos. Os testes foram processados utilizando-se o programa EXCEL 2000 e Bioestat 2.0.

RESULTADOS

No grupo que realizou alongamento estático, a média de dorsiflexão inicial foi $14,30^\circ \pm 4,74^\circ$, e após os 10 dias de alongamento o resultado foi $19,20^\circ \pm 4,05^\circ$, entre a avaliação inicial e a final houve aumento em 34,27% dos valores, sendo esta diferença significativa entre as avaliações ($p=0,0117$). Os valores individuais são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Resultados do ângulo de dorsiflexão obtidos na avaliação e reavaliação do grupo 1 – alongamento estático

	AVALIAÇÃO		REAVLIAÇÃO		GANHO	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
Indivíduo 1	10°	10°	22°	20°	12°	10°
Indivíduo 2	15°	20°	19°	20°	04°	0°
Indivíduo 3	10°	10°	12°	12°	02°	02°
Indivíduo 4	10°	20°	22°	20°	12°	0°
Indivíduo 5	19°	19°	24°	21°	05°	02°

No grupo II, o qual realizou alongamento estático precedido de ultra-som, a avaliação inicial mostrou valores de $9,00^\circ \pm 4,59^\circ$, a reavaliação apresentou valores de $21,30^\circ \pm 5,06^\circ$, demonstrando aumento em 136,67% nos valores, representando diferença estatisticamente significativa entre os valores iniciais e finais ($p=0,0051$). Os dados individuais são mostrados na Tabela 2.

TABELA 2 - Resultados do ângulo de dorsiflexão obtidos na avaliação e reavaliação do grupo 2 – alongamento estático associado ao ultra-som

	AVALIAÇÃO		REAVLIAÇÃO		GANHO	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
Indivíduo 1	10°	05°	25°	20°	15°	15°
Indivíduo 2	05°	05°	15°	20°	10°	15°
Indivíduo 3	05°	10°	28°	30°	23°	20°
Indivíduo 4	10°	10°	15°	20°	05°	10°
Indivíduo 5	10°	20°	18°	22°	08°	02°

O grupo controle apresentava na avaliação inicial uma média de dorsiflexão entre os dois membros de $18,88^\circ \pm 8,49^\circ$, na reavaliação os resultados foram $18,25^\circ \pm 8,24^\circ$, havendo uma diminuição em 3,34% entre os valores iniciais e finais, porém não houve diferença significativa entre as avaliações ($p=0,2012$). Os dados são apresentados individualmente na Tabela 3.

TABELA 3 - Resultados do ângulo de dorsiflexão obtidos na avaliação e na reavaliação do grupo controle

	AVALIAÇÃO		REAVALIAÇÃO		GANHO	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
Indivíduo 1	30°	30°	30°	27°	0°	-03°
Indivíduo 2	12°	12°	11°	10°	-01°	-01°
Indivíduo 3	11°	11°	12°	11°	01°	0°
Indivíduo 4	20°	25°	20°	25°	0°	0°

DISCUSSÃO

Este estudo apresenta os efeitos do ultra-som e alongamento estático combinados, e do alongamento estático isolado, realizado em músculos gastrocnêmios de humanos.

No presente estudo, preconizou-se 20 segundos de alongamento, realizado por 5 vezes repetidas, durante 10 sessões, obtendo, dessa forma, alongamento do gastrocnêmio. Concordante com Alter (13), o tecido muscular é incapaz de alongar-se sozinho, somente obtendo graus de extensibilidade quando submetido a uma determinada carga. Um alongamento entre 10 e 30 segundos julga-se ser um tempo suficiente para causar plasticidade muscular (3).

A faixa etária provavelmente não interferiu nos resultados, visto que a idade dos participantes encontrava-se entre 18 a 26 anos. A temperatura ambiente pode alterar a capacidade para o alongamento muscular, porém acredita-se que também não influenciou os resultados, pois os alongamentos foram realizados na mesma época do ano e aproximadamente na mesma hora do dia.

A escolha da frequência do ultra-som para o estudo foi de 1 MHz, pois com essa frequência consegue-se atingir tecidos mais profundos (10). Acredita-se que a escolha adequada da frequência tenha favorecido os resultados.

Wessling, Devane e Hylton (12), ao utilizarem o ultra-som terapêutico associado ao alongamento passivo, observaram aumento de extensibilidade superior comparado ao alongamento estático isolado, a metodologia que utilizaram foi de alongamentos mantidos por 1 minuto com carga de 51 libras; no grupo em associação com o ultra-som utilizaram 7 minutos de terapia e durante o sétimo minuto realizaram o alongamento estático, a dose utilizada foi $1,5 \text{ W/cm}^2$, sendo observados assim efeitos térmicos sobre o ganho de extensibilidade muscular. Porém, ressalta-se que segundo Young (10), densidades de potência abaixo de $0,5 \text{ W/cm}^2$ (SATA) não produzem efeitos térmicos significantes, ou seja, a dose utilizada neste estudo de $0,2 \text{ W/cm}^2$ (SATA) apresentaria efeitos atérmicos.

Os resultados do estudo mostraram que o alongamento associado ao ultra-som produziu ganho da elasticidade muscular ($p<0,05$), representado por um aumento nos ângulos goniométricos em 136,67%; este aumento foi superior ao do grupo I que realizou apenas o alongamento estático, com uma diferença entre os ganhos percentuais de 102,41%. Isso pode se dever à propriedade que o ultra-som possui de estender os tecidos ricos em colágeno, que é o maior fator limitante à extensibilidade (14). O ultra-som foi aplicado na região de transição miotendínea entre o músculo tríceps sural e o tendão calcâneo; esta região é rica em tecido colagenoso, uma vez que o tendão é constituído de colágeno e o tecido muscular é entrelaçado por ele, desta forma, conseguiu-se um excelente grau de alongamento com a associação da técnica ultra-sônica.

Porém, deve-se citar que as médias iniciais eram diferentes (37,06%, $p = 0.0312$), em que o grupo I possuía $14,30^\circ \pm 4,74^\circ$ e o grupo II $9,00^\circ \pm 4,59^\circ$, levando-se em conta que os valores considerados normais de dorsiflexão situam-se em torno de 20 a 30° (11), este fato pode ter contribuído para um maior ganho no grupo em que o ultra-som foi associado, visto que para os valores da reavaliação as médias eram diferentes, mas sem significância (10,94%, $p=0,5708$).

Os resultados também demonstraram que o alongamento estático aplicado em 5 repetições de 20 segundos aumentou em 34,27% o ângulo da dorsiflexão passiva ($p<0,05$), 37,60% acima dos valores obtidos no grupo controle. Esse achado é consistente com a declaração de Hall (3), o qual afirma que o alongamento deve ser mantido em posição estática, em geral por cerca de 10 a 30 segundos, uma vez que esse período de tempo é suficiente para estimular os órgãos tendinosos de Golgi, que sobrepõem as respostas dos fusos musculares e, assim, proporcionando o alongamento.

O erro usual na mensuração da goniometria é de 3 a 5 graus (4). Esse erro é aproximadamente igual à média de efeito do tratamento com alongamento estático e aproximadamente três vezes menor do que o efeito do tratamento com alongamento estático associado ao ultra-som. Dessa maneira, mesmo que houvesse erro dessa graduação na mensuração, não seria significativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do estudo demonstraram que os grupos alongados apresentaram ganho de extensibilidade dos músculos gastrocnêmios, ao comparar com os valores apresentados na avaliação inicial dos sujeitos e com o grupo controle. Ao aplicar o alongamento estático combinado ao uso de ultra-som, o aumento de dorsiflexão do tornozelo foi superior ao do grupo em que apenas realizou-se alongamento estático.

REFERÊNCIAS

1. Tricoli V, Paulo AC. efeito agudo dos exercícios de alongamento sobre o desempenho de força máxima. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*. 2002;7(1):6-10.
2. Durigon OFS. O alongamento muscular. *Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo*. 1995;2(1):40-4.
3. Hall SJ. *Biomecânica básica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
4. Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. *Reabilitação física nas lesões esportivas*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
5. Roebroek ME, Dekker J, Oostendorp RAB. The use of therapeutic ultrasound by physical therapists in Dutch primary health care. *Physical Therapy*. 1998;78(5):470-8.
6. Dionísio VC, Volpon JB. Ação do ultra-som terapêutico sobre a vascularização pós-lesão muscular experimental em coelhos. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 1999;4(1):19-25.
7. Lowe AS, Walker MD, Cowan, Baxter GD. Therapeutic ultrasound and wound closure: lack of healing effect on x-ray irradiated wounds in murine skin. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82:1507-11.
8. Warden SJ, Mcmeeken JM. Ultrasound usage and dosage in sports physiotherapy. *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2002;28:1075-80.
9. Starkey C. *Recursos terapêuticos em fisioterapia*. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2001.

10. Young S. Terapia com ultra-som. In: Kitchen S. Eletroterapia. prática baseada em evidências. 11. ed. Barueri: Manole; 2003. p. 211-30.
11. Kapandji, A. I. Fisiologia articular. 5ª ed. São Paulo: Manole; 2000. v. 2.
12. Wessling KC, Devane DA, Hylton CR. Effects of static stretch versus static stretch and ultrasound combined on triceps surae muscle extensibility in healthy women. *Physical Therapy*. 1995;67(5):674-9.
13. Alter MJ. Ciência da flexibilidade. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 1999.
14. Low J, Reed A. Eletroterapia explicada: princípios e prática. 3ª ed. São Paulo: Manole; 2001.

Recebido: 16/06/2004
Received: 06/16/2004

Aprovado: 27/11/2007
Approved: 11/27/2007