

Influência da laserterapia associada ao alongamento passivo sobre o músculo isquiotibial

Influence of laser therapy associated with passive stretching on hamstring muscle

Cândida Maria Felipe Velozo Cintra¹; Renata Amadei Nicolau²; Alderico Rodrigues de Paula Júnior³; Silvana Maria de Macêdo Uchôa⁴; Paulo Henrique Altran Veiga⁵

¹ Professora e Coordenadora do Centro de Estudos Cândida Cintra. Recife, PE, Mestre em Bioengenharia, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D) – Univap. São José dos Campos – SP, Brasil.

² Professora Doutora em Engenharia Biomédica e Ciências Médicas Básicas, Centro de Laserterapia e Fotobiologia, IP&D – Univap. São José dos Campos, SP – Brasil.

³ Professor Doutor em Ciência da Computação, IP&D – Univap. São José dos Campos, SP – Brasil.

⁴ Professora, Mestre em Fisioterapia, Unicap. Recife, PE – Brasil.

⁵ Professor Doutor em Ciências Biológicas – Unicap. Recife, PE – Brasil.

Endereço para correspondência

Cândida Maria Felipe Velozo Cintra
Av. Bernardo Vieira de Melo, nº 6000
54410-010 – Grade Recife, PE – Brasil.
candida_cintra@hotmail.com

Resumo

Introdução: A laserterapia tem sido reportada por seus efeitos sobre o sistema neuromuscular. **Objetivo:** O objetivo neste estudo foi avaliar a influência da laserterapia associada ao alongamento passivo de músculo isquiotibial em indivíduos saudáveis. **Método:** Trinta e uma voluntárias foram divididas nos quatro seguintes grupos: controle (C), alongamento (AL), alongamento e placebo *laser* (LP+AL) e alongamento e *laser* (L+AL). Os grupos, exceto o controle, realizaram nove sessões de alongamento passivo. O grupo L+AL recebeu irradiação no trajeto do músculo isquiotibial, previamente às sessões de alongamento (GaAlAs, 830 nm, 30 mW, 6 J/cm², 26 segundos). Foram avaliadas a flexibilidade (goniometria) e a atividade muscular (eletromiografia de superfície). **Resultados:** O alongamento passivo, associado à laserterapia, promoveu aumento significativo da flexibilidade ($p > 0,014$) e da atividade muscular ($p < 0,003$). **Conclusão:** Houve alteração da atividade e flexibilidade dos músculos isquiotibiais submetidos ao alongamento passivo associado à laserterapia, sob os parâmetros empregados.

Descritores: Amplitude de movimento articular; Exercícios de alongamento muscular; Ísquio; Terapia a laser de baixa intensidade.

Abstract

Introduction: Laser therapy has been reported for their effects on the neuromuscular system. **Objective:** The purpose of this study was to evaluate the influence of laser therapy associated with passive of hamstring stretching in healthy subjects. **Method:** Thirty-one volunteers were divided into four groups: control (C), stretching (S), stretching and placebo laser (S+PL) and stretching and laser (S+L). Groups, except the control, underwent nine sessions of passive stretching. The S+L group received irradiation in hamstring muscle prior to stretching sessions (GaAlAs, 830 nm, 30 mW, 6 J/cm², 26 seconds). The flexibility (goniometry) and muscle activity (surface electromyography) were evaluated. **Results:** Passive stretching, combined with laser therapy, caused a significant increase in flexibility ($p > 0.014$) and muscle activity ($p < 0.003$). **Conclusion:** There were changes in activity and flexibility of the hamstring muscles subjected to passive stretching associated with laser therapy, under the parameters employed.

Key words: Ischium; Laser therapy, low-level; Muscle stretching exercises; Range of motion, articular.

Introdução

O músculo isquiotibial interfere na amplitude de movimento (ADM) do joelho e do quadril, no equilíbrio postural, na estabilidade e funcionalidade da região lombar e sacroilíaca e na realização da marcha^{1,2}. Por isso, vários estudos investigam a influência do alongamento passivo nesse grupo muscular^{3,4}. O alongamento passivo, por sua vez, é uma técnica capaz de promover mudanças bioquímicas, fisiológicas e funcionais na musculatura tratada.

Pesquisas têm discutido o número ideal de sessões, o tempo^{4,7}, a intensidade^{7,8}, as técnicas a serem aplicadas e os componentes neurais e viscoelásticos envolvidos no programa de alongamento. Os protocolos de tempo variam de 30² a 1800 segundos⁷. Entretanto, a identificação de mudanças celulares^{9,10,11} e moleculares¹², no músculo submetido à aplicação e em poucos minutos de alongamento passivo, fundamentam seu uso para aumento da síntese de proteínas, contribuindo para efetivação do alongamento.

Recursos fisioterapêuticos que modulam neurotransmissão e elevam a viscoelasticidade, contribuem para a diminuição da resistência tecidual, aumentando a eficiência de manobras de alongamento. A laserterapia tem sido apontada na fisioterapia como uma modalidade terapêutica capaz de modular a atividade neuromuscular¹³. Recentemente, observou-se o aumento na expressão e na atividade da metaloproteinase da matriz extracelular (MMP-2), após aplicação do alongamento passivo¹⁴ e da laserterapia¹⁵. Contudo, não foram observados estudos que tenham contemplado a associação de alongamento e laserterapia. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da laserterapia associada ao alongamento passivo de músculo isquiotibial em indivíduos saudáveis.

Materiais e métodos

Sujeitos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade do Vale do Paraíba (Univap), sob o protocolo nº H118/CEP/2010. Foram recrutadas 31 voluntárias (19,9 ± 1,4 anos) estudantes do curso de Fisioterapia da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), as quais foram distribuídas de forma aleatória. Tal procedimento visou à obtenção de grupos homogêneos. Como critério de inclusão, os sujeitos que apresentaram encurtamento de músculos isquiotibiais, diagnosticado com ângulo poplíteo (AP) menor ou igual a 160°, ausência de distúrbios metabólicos, doenças osteomusculares ou nervosas relacionadas à área a ser tratada, sem desenvolvimento de qualquer modalidade esportiva nos últimos seis meses. Antes do início do estudo, as voluntárias assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O desenvolvimento do estudo obedeceu aos preceitos da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, que estabelece normas para pesquisa com seres humanos.

As voluntárias foram divididas em quatro grupos experimentais, sendo eles: grupo C (controle) (n=7; 22,6 ± 4,8 anos; 51,0 ± 4,1kg e 1,60 ± 0,06 m), submetido às avaliações por goniometria e EMG, mas não receberam tratamento durante o período do estudo; grupo AL (alongamento) (n=8; 19,5 ± 1,4 anos; 52,5 ± 3,2 kg e 1,60 ± 0,04 m), que realizaram nove sessões de alongamento passivo; grupo LP+AL (*laser* placebo + alongamento passivo) (n=8; 19,5 ± 1,3 anos; 52,3 ± 3,5 kg e 1,60 ± 0,02 m), tratado com *laser* desligado, seguido por alongamento passivo e grupo L+AL (*laser* + alongamento passivo) (n=8; 18,4 ± 0,9 anos; 53,8 ± 9,3 kg e 1,60 ± 0,03 m) que recebeu o *laser* dez minutos antes do protocolo de alongamento muscular.

Procedimentos

Inicialmente, foi avaliado o ângulo extensor do joelho dominante de cada uma das voluntárias para verificar a presença de encurtamento dos isquiotibiais¹. Para a aquisição dessa medida, as participantes foram mantidas em

decúbito dorsal, com o quadril mantido a 90° e a articulação tibiotársica livre. A partir dessa posição, o joelho foi estendido lento e passivamente pelo avaliador, observando-se a inexistência de compensações e os dados goniométricos¹⁶. As voluntárias foram orientadas a manterem-se relaxadas durante a mobilização e relataram o momento que sentiram início de tensão sobre a região posterior da coxa que foi considerado posição final. Mensurou-se o grau de encurtamento dos flexores do joelho com o goniômetro universal, ao passo que o membro contralateral permaneceu com extensão do joelho, mantendo-se, dessa forma, a pelve em posição neutra para evitar compensações. Quanto menor a ADM obtida durante a extensão passiva de joelho, menor a flexibilidade dos isquiotibiais¹⁷. As voluntárias que na avaliação inicial apresentaram ângulo poplíteo igual ou superior a 160° (considerando-se 180° uma amplitude normal) foram excluídas deste estudo.

Cada medida foi coletada três vezes consecutivas; e a média aritmética dessas mensurações, utilizada como medida angular poplíteia de cada participante. Os ângulos iniciais e finais foram medidos por três vezes, em cada participante. Após a goniometria as participantes foram submetidas à avaliação eletromiográfica.

A aquisição e armazenamento dos sinais eletromiográficos foram feitos com o eletromiógrafo da marca Miotec®, modelo 440, de quatro canais, que utiliza o programa Miotool® (Porto Alegre, Brasil), com sistema de amplificação (filtro passa banda de 10 Hz- 1 KHz, CMRR 110 dB à 60 Hz, impedância de entrada 1 GΩ), conversor analógico para digital (AD) de 14-bit, ganho interno de cem vezes, filtro analógico do tipo *Butterworth* de passa alta (10 Hz) e passa baixa (500 Hz). Os dados foram adquiridos com frequência de 1000 Hz.

Para a captação dos sinais eletromiográficos, foram utilizados eletrodos de superfície modelo 2223, da marca 3M, com superfície de captação de AgCl de forma retangular, medindo 45 mm x 37 mm, que foram posicionados com distância entre si de 30 mm no canal 1, além de um

eletrodo de mesmas dimensões para ser usado no fio de referência. Escolheu-se o músculo bíceps femoral, por ser esta a porção mais superficial do músculo isquiotibial. Os eletrodos ativos tipo bipolar foram orientados paralelamente ao trajeto das fibras musculares, confeccionados com um amplificador diferencial, os quais permitem reduzir a influência dos ruídos sobre a coleta¹⁸.

Devido ao possível aumento dessa impedância por fatores externos, como umidade, oleosidade e densidade da camada córnea da pele, todas as voluntárias foram submetidas a um processo de preparação da pele que consistiu em retirada dos pelos e leve fricção unidirecional com algodão e álcool¹⁹. Para posicionar os eletrodos, seguiram-se os procedimentos recomendados pela *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM)*¹⁸. O joelho das voluntárias foi posicionado em flexão com ângulo inferior de 90°, sendo solicitado em seguida a realização de flexão do joelho no mesmo momento em que o avaliador resistiu com aplicação de força manual ao nível do tornozelo, direcionada para extensão da articulação.

Após colocação dos eletrodos, as voluntárias permaneceram em decúbito ventral, com o joelho mantido passivamente em 45°. Iniciada a coleta dos dados, as estudantes realizaram duas contrações isométricas máximas, sendo então selecionado o melhor sinal para as análises. Para isso, o avaliador se manteve resistindo o tornozelo com o joelho mantido em 45°, enquanto as participantes foram orientadas a permanecer em repouso por quatro segundos, seguido por contração voluntária máxima, durante oito segundos, e finalizado por mais quatro segundos de repouso.

Finalizada essa etapa, as participantes foram distribuídas de forma aleatória para um dos quatro grupos seguintes:

- Grupo C (n=7): grupo controle, apenas submetido às avaliações inicial e final de flexibilidade e da EMG.
- Grupo AL (n=8): grupo alongamento, além das avaliações foi submetido ao alongamento

passivo dos isquiotibiais, realizado ao longo de três semanas, totalizando nove sessões.

- Grupo LP+AL (n=8): grupo alongamento + *laser* placebo, além das avaliações foi submetido ao *laser* placebo, dez minutos antes do alongamento passivo nos isquiotibiais, realizado ao longo de três semanas, totalizando nove sessões.
- Grupo L+AL (n=8): grupo alongamento + *laser*, além das avaliações foi submetido ao *laser*, dez minutos antes do alongamento passivo nos isquiotibiais, realizado ao longo de três semanas, totalizando nove sessões.

Não foram realizados quaisquer exercícios de aquecimento ou de alongamento antes das avaliações a fim de minimizar os efeitos da temperatura tecidual sobre a viscoelasticidade do grupo muscular analisado.

Os indivíduos dos grupos AL, LP+AL e L+AL foram submetidos ao protocolo de alongamento muscular passivo intermitente. Para efetuar a técnica de alongamento nos músculos isquiotibiais, as voluntárias foram mantidas em decúbito dorsal, com quadril fletido a 90° e joelho mantido em máxima extensão. Seguindo o protocolo de alongamento proposto por Bandy, Irion e Briggler⁷, foram realizados três alongamentos, por um período de 30 segundos, intercalados por relaxamentos de dez segundos, três vezes por semana, ao longo de três semanas, totalizando nove sessões.

Com a laserterapia objetivou-se fornecer ao músculo irradiado uma densidade de 6J/cm² de forma pontual, com a caneta posicionada a 90° ao longo do ventre muscular do bíceps femoral, dez minutos antes da intervenção com o alongamento passivo. Para tal, utilizou-se um *laser* de Arsenieto de Gálio e Alumínio (Laser HTM compact, HTM Eletrônica, Registro ANVISA: 80212480005), na faixa do infravermelho de comprimento 830 nm e potência de saída de 30 mW, com a ponteira do equipamento protegida com filme PVC. O equipamento foi aferido previamente ao início dos experimentos com o au-

xílio de um medidor de potência (Melles Griot Broadband Power/Energy – Meter 13PE M001).

O grupo L+AL recebeu irradiação (Tabela 1) em contato e de forma perpendicular à pele, em 36 pontos, com distância de 2 cm entre os pontos, ao longo do músculo bíceps femoral do membro dominante, três vezes por semana, durante três semanas, dez minutos antes das sessões de alongamentos passivos.

Tabela 1: Parâmetros utilizados na laserterapia

Parâmetros de irradiação	Valores
Densidade de energia/Ponto	6 J/cm ²
Energia	0,75 J
Potência	30 mW
Comprimento de onda	830 nm
Área do feixe	0,125 cm ²
Modo de aplicação	Pontual
Números de pontos	36 pontos
Tempo/Ponto	25 s

A laserterapia do grupo LP+AL foi realizada seguindo os procedimentos anteriores, contudo sem a percepção das pacientes de que o *laser* encontrava-se desligado (tratamento placebo).

As voluntárias foram posicionadas em decúbito ventral, e na região posterior da coxa do membro dominante foi realizada a limpeza da pele com álcool, a fim de eliminar oleosidade superficial a qual pode gerar aumento da reflexão, com subsequente perda de energia. Em seguida, foi realizada sobre a região topográfica do bíceps femoral, distribuída da prega glútea à linha poplítea, a demarcação dos pontos com auxílio do gabarito e do lápis preto (Marking Graph).

A irradiação foi realizada com a caneta *laser* (protegida com filme PVC) em contato com a pele, formando um ângulo de 90°, lateralmente ao ponto demarcado no sentido de inserção à origem do grupo muscular e durante trata-

mento. O filme PVC foi utilizado por medida de biossegurança.

Durante as terapias placebo e *laser*, tanto o fisioterapeuta quanto as voluntárias utilizavam óculos de proteção. Os óculos de proteção das pacientes impediam completamente a visão (lente preta fosca), permitindo seu cegamento, durante a terapia (placebo ou *laser*). Aplicada uma das terapias nos pontos demarcados, as participantes eram orientadas a permanecer relaxadas por dez minutos e, em seguida, submetidas ao alongamento passivo do grupo muscular proposto.

Foram realizados três atendimentos semanais, com intervalos de 48 horas, sempre no período da manhã (momento do ciclo circadiano semelhante em todas as participantes), com duração de cem segundos, por atendimento ao longo de nove sessões.

Análise estatística

Os resultados foram organizados em planilha Excel; e os valores, expressos em média \pm desvio-padrão.

- Dados de goniometria – os dados foram submetidos ao teste de normalidade Liliefous, observando-se comportamento gaussiano das amostras, com auxílio do programa BioEstat 5.0. A diferença em cada grupo de estudo foi realizada com o emprego do teste de Wilcoxon (pré e pós-tratamento), considerando-se um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).
- Dados de RMS – os dados foram submetidos ao teste de normalidade Liliefous e pode-se verificar que todos os parâmetros satisfizeram o critério de normalidade e, portanto, podem-se utilizar testes paramétricos, com auxílio do programa BioEstat 5.0. A diferença em cada grupo de estudo foi realizada com o emprego do teste “t” de Student, considerando-se um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados

Análise da flexibilidade muscular com uso da goniometria

Todos os grupos submetidos ao tratamento apresentaram melhoria da flexibilidade muscular dos isquiotibiais, independentemente do tipo protocolo utilizado, mas os grupos AL (alongamento passivo), LP+AL e L+AL apresentam diferenças significativas ($p < 0,05$, Figura 1). A Figura 1 apresenta o *boxplot* da média e desvio-padrão do ângulo do joelho.

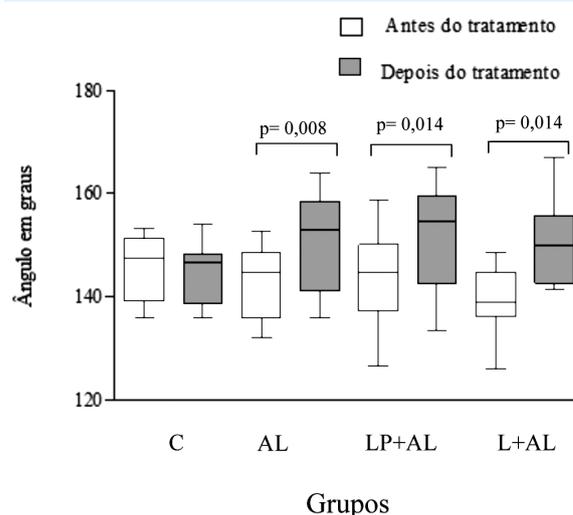


Figura 1: Flexibilidade dos isquiotibiais no pós-tratamento em relação ao pré-tratamento. Grupos C – Controle, AL – Alongamento, LP+AL – Placebo + Alongamento, P+AL – *Laser* + Alongamento.

Atividade do músculo isquiotibial dominante antes e após o tratamento

Para análise do valor RMS do sinal eletromiográfico, foi utilizado o teste “t” bilateral. Os resultados apresentados na Figura 2, na forma de *boxplot* da média e desvio-padrão do valor RMS, indicam que os grupos LP+AL e L+AL apresentaram melhores ganhos no tratamento proposto, sendo significativo no grupo L+AL.

Todos os grupos tratados (AL, LP+AL, L+AL) obtiveram melhoria da flexibilidade

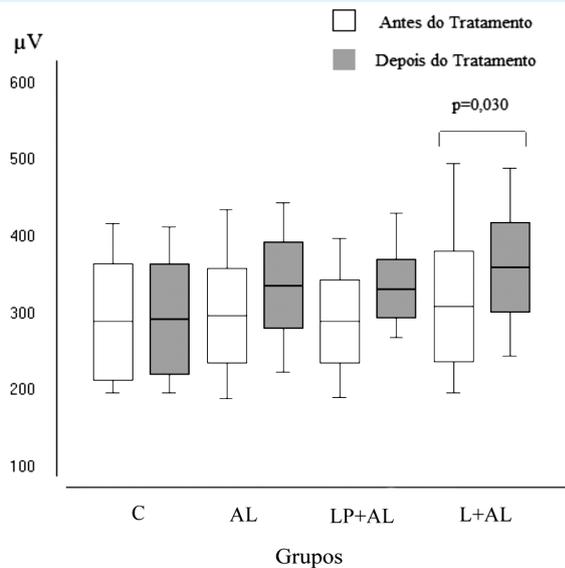


Figura 2: Valores RMS dos sinais eletromiográficos antes e após os tratamentos

Grupos C – Controle, AL – Alongamento, LP+AL – Placebo + Alongamento, P+AL – Laser + Alongamento.

de, quando a comparação foi com o grupo C (Tabela 2), mas apenas o grupo L+AL apresentou ganhos significativos ($p=0,011$).

Tabela 2: Valor de p fornecido pelo teste “t” da comparação da média do ângulo de flexibilidade do joelho entre os diferentes grupos

Cruzamento	C	AL	LP+AL	L+AL
C	-	0,127	0,125	0,011
AL	-	-	0,838	0,791
LP+AL	-	-	-	0,995
L+AL	-	-	-	-

Discussão

A influência da laserterapia em diferentes eventos teciduais depende de parâmetros de irradiação, tais como o comprimento de onda, a densidade de energia e a de potência, a área de irradiação e a tratada, o número de sessões e o tempo entre estas sessões. Na metodologia em-

pregada neste estudo, objetivou-se o aumento da microcirculação local^{20, 21}, do aporte energético²², da proliferação celular e síntese de colágeno²³, das metaloproteínas¹⁵ e do óxido nítrico²⁴.

No trabalho aqui mostrado, o comprimento de onda, a densidade de energia e a potência foram determinados considerando estudos previamente reportados por Gigo-Benato, Geuna e Rochkind²⁵. A dosimetria *laser* é extremamente variada na área de neurociências; contudo, o emprego de densidades de energia entre 4 e 12 J/cm² e potências entre 10 e 60 mW foram previamente apresentadas como capazes de gerar aumento da atividade metabólica tecidual²¹, além de modificações na neurotransmissão^{13, 26}. Utilizando a laserterapia associada ao alongamento passivo, este estudo trouxe resultados importantes para a prevenção e tratamento de lesões musculoesqueléticas, demonstrando que sua associação parece ser mais efetiva no aumento de flexibilidade muscular.

É importante ressaltar a possibilidade de efeito placebo em todo tratamento fisioterapêutico, incluindo alongamento e laserterapia. O efeito placebo é o resultado mensurado em um grupo experimental, que recebeu tratamento com administração de terapia ou substâncias inertes ou inativas. O uso desse tipo de grupo tem sido visto em estudos clínicos randomizados²⁷. No estudo, em questão, o grupo placebo foi aplicado com o intuito de observar a provável influência psíquica e somática sobre o ganho de flexibilidade nos músculos isquiotibiais dos indivíduos dos grupos AL e L+AL. Quando empregada terapia placebo, observaram-se ganhos significativos sobre flexibilidade e atividade muscular que sobrepujaram os resultados obtidos no grupo submetido apenas ao alongamento. Esses dados sugerem a existência de efeito placebo, conforme observado anteriormente por Esper, Nicolau e Arisawa²⁷. Sabe-se que tal efeito é uma simulação de tratamento, que pode interferir nos resultados do protocolo clínico, por estar diretamente relacionado a influências psíquicas providas do paciente. Observou-se que os resultados nos grupos LP+AL e L+AL foram superiores aos verificados, quando o indivíduo

era tratado somente com alongamento (grupo AL); sugerindo a presença de efeito placebo. Na análise da RMS, novamente o grupo LP+AL apresentou-se valores superiores aos grupos C e AL, porém não significativo. Esses dados evidenciam a importância da presença de grupos placebo em estudos envolvendo laserterapia na fisioterapia e estão de acordo com a literatura, visto que, segundo Dourado et al.²⁸, aproximadamente um terço dos pacientes terá uma resposta placebo em toda a experimentação clínica.

Os resultados da goniometria no grupo C ao longo de três semanas, mostraram que a flexibilidade dos isquiotibiais permaneceu sem mudanças significativas. Estes resultados corroboram o estudo de Brasileiro, Faria e Queiroz¹⁷, os quais perceberam que, ao longo de duas semanas, os indivíduos não alongados tiveram discreta variação da ADM do joelho ($1,5^\circ \pm 0,5$). Os resultados goniométricos do grupo AL revelaram aumento da flexibilidade muscular, confirmando os trabalhos de Covert et al.²⁹. Quanto aos dados eletromiográficos, pode-se perceber que o alongamento passivo causou uma discreta queda sobre a RMS dos isquiotibiais. A normalização dos dados eletromiográficos pré-tratamento em relação ao pós-teste, também mostrou significância estatística. Estes dados estão de acordo com Marques et al.³⁰ os quais evidenciaram que o alongamento passivo aplicado três vezes por semana ao longo de quatro semanas resultou em mínimas alterações sobre a atividade eletromiográfica. No grupo tratado efetivamente com *laser*, associado ao alongamento, observou-se diferença significava, tanto na goniometria quanto na eletromiografia. Os ganhos observados nos grupos AL e LP+AL foram de 8° e $8,2^\circ$, respectivamente. O grupo L+AL apresentou aumento médio de $11,6^\circ$ de flexibilidade, demonstrando efetividade da laserterapia associada ao alongamento. Este tipo de associação fisioterapêutica não foi apresentado pela literatura. Com esses dados é possível sugerir com mais propriedade modificações na flexibilidade e atividade muscular após a laserterapia associada ao alongamento, descartando o efeito placebo.

Conclusão

Neste estudo clínico, observou-se alteração da atividade e flexibilidade dos músculos isquiotibiais submetidos ao alongamento passivo, associado ou não à laserterapia, verificando-se que este tipo de alongamento:

- I) promoveu aumento de flexibilidade e da atividade muscular nas voluntárias tratadas;
- II) associado à terapia placebo não gerou aumento significativo de flexibilidade e de atividade muscular em relação ao grupo que efetuou apenas alongamento;
- III) juntamente com a laserterapia promoveu aumento significativo da flexibilidade e da atividade muscular, atestando a efetividade tanto da associação quanto dos parâmetros testados.

Referências

1. Kendall FP, Mcrery EK, Provance PG. Músculos: provas e funções. São Paulo: Manole; 1995.
2. Halbertsma JP, Mulder I, Goeken LN. Repeated passive stretching: acute effect on the passive muscle moment and extensibility of short hamstrings. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80(4):407-14.
3. Chan SP, Hong Y, Robinson PD. Flexibility and passive resistance of the hamstrings of your adults using two different static stretching protocols. Scand J Med Sci Sports. 2001;11(2):81-6.
4. Gama ZAS, Medeiros CAS, Dantas AVR, Souza TO. Influence of the stretching frequency using proprioceptive neuromuscular facilitation in the flexibility of the hamstring muscles. Rev Bras Med Esporte. 2007;13(1):33-8.
5. Gama ZAS, Dantas AVR, Souza TO. Influence of the time interval between stretching sessions on increased hamstring flexibility. Rev Bras Med Esporte. 2009;15(2):110-4.
6. Milazzotto MV, Corazzina LG, Liebano RE. Influence of the number of sets and time of static stretching on the flexibility of hamstring muscles in sedentary women. Rev Bras Med Esporte. 2009;15(6):420-3.

7. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1997;77(10):1090-6.
8. Deyne P. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys Ther.* 2001;81(2): 819-26.
9. Chagas MH, Bhering EL, Bergamini JC, Menzel HJ. Comparison of two different stretching intensities in the range of motion. *Rev Bras Med Esporte.* 2008;14(2):99-103.
10. Yang H, Alnaqeeb M, Simpson H, Goldspink G. Changes in muscle fibre type, muscle mass and IGF-I gene expression in rabbit skeletal muscle subjected to stretch. *J Anat.* 1997;190(Pt 4):613-22.
11. Nader GA, Esser KA. Intracellular signaling specificity in skeletal muscle in response to different modes of exercise. *J Appl Physiol.* 2001;90(5):1936-42.
12. Hameed M, Harridge SD, Goldspink G. Sarcopenia and hypertrophy: a role for insulin-like growth factor-1 in aged muscle? *Exerc Sport Sci Rev.* 2002;30(1):15-9.
13. Nicolau RA, Martinez MS, Rigau J, Tomàs J. Neurotransmitter release changes induced by low power 830 nm diode laser irradiation on the neuromuscular junctions of the mouse. *Lasers Surg Med.* 2004;35(3):236-41.
14. Ahtikoski AM, Koskinen SO, Virtanen P, Kovanen V, Risteli, J, Takala, TE. Synthesis and degradation of type IV collagen in rat skeletal muscle during immobilization in shortened and lengthened positions. *Acta Physiol Scand.* 2003;177:473-81.
15. Assis, LR. Laser de baixa intensidade (830nm) na regeneração do músculo tibial anterior em ratos. [dissertação de mestrado em Fisioterapia]. São Carlos : Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos; 2008. 59 f.
16. Batista LH, PR Camargo, Aiello GV, Oishi J Salvini TF. Knee joint range-of-motion evaluation: correlation between measurements achieved using a universal goniometer and an isokinetic dynamometer. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(2):193-8.
17. Brasileiro JS, Faria AF, Queiroz LL. Influence of local cooling and warming on the flexibility of the hamstring muscles. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(1):57-61.
18. Benatti LN. Estudo da força gerada pelo grupo muscular isquiotibial em exercícios resistidos [dissertação de mestrado em Bioengenharia]. São Carlos: Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo; 2005. 138 f.
19. Matos LKBL. Estudo eletromiográfico do músculo bíceps femoral após alongamento global e alongamento segmentar [dissertação de mestrado em Bioengenharia]. São José dos Campos: Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba; 2010. 93 f.
20. Kubota J. Effects of diode laser therapy on blood flow in axial pattern flaps in the rat model. *Lasers Med Sci.* 2002;17(3):146-53.
21. Vieira WHB, Ferraresi C, Freitas EG, Peres SEA, Baldissera V, Parizotto NA. Effects of low-level laser therapy on aerobic capacity of woman submitted to aerobic training. *Fisiot Espec.* 2008;1(2):20-5.
22. Karu TI, Pyatibrat LV, Kalendo GS. Photobiological modulation of cell attachment via cytochrome c oxidase. *Photochem Photobiol Sci.* 2004;3(2):211-6.
23. Gonçalves RB; Marques JC; Monte Raso VV; Zamarioli A; Carvalho LC; Fazan VPS. Effects of low-power laser on injured rat sciatic nerve regeneration. *Fisioter Pesqui.* 2010;17(1):34-9.
24. Martin R. Laser-accelerated inflammation/pain reduction and healing. *Practical Pain Management.* 2003;3(6):20-5.
25. Gigo-Benato D, Geuna S, Rochkind S. Phototherapy for enhancing peripheral nerve repair: a review of the literature. *Muscle Nerve.* 2005;31(6):694-701.
26. Frare JC, Nicolau RA. Clinical analysis of the effect of laser photobiomodulation (GaAs – 904 nm) on temporomandibular joint dysfunction. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(1):37-42.
27. Esper MA, Nicolau RA, Arisawa EA. The effect of two phototherapy protocols on pain control in orthodontic procedure--a preliminary clinical study. *Lasers Med Sci.* 2011; 26(5): 657-63.
28. Dourado E, Fernandes TCA, Meireles JSS, Monteiro IS. Pain and placebo effect. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac.* 2004;4(3):197-203.
29. Covert CA, Alexander MP, Petronis JJ, Davis DS. Comparison of ballistic and static stretching on hamstring muscle length using an equal stretching dose. *J Strength Cond Res.* 2010;24(11):3008-14.
30. Marques AP, Vasconcelos AAP, Cabral CMN, Sacco ICN. Effect of frequency of static stretching on flexibility, hamstring tightness and electromyographic activity. *Braz J Med Biol Res.* 2009;42(10):949-53.