



Efeito agudo de diferentes métodos de termoterapia na amplitude de movimento articular

Acute effect of different thermotherapy methods on articular range of motion

Lorrane Nascimento dos SANTOS¹  0000-0002-0880-9010

Yasmim Hikari NAKAGIMA¹  0000-0003-1971-0830

Thiago Domingues STOCCO²  0000-0003-3235-0251

RESUMO

Objetivo

O objetivo deste estudo foi comparar quantitativamente o efeito agudo de diferentes técnicas de termoterapia no ganho da amplitude de movimento. Participaram da pesquisa voluntários (n=34) de ambos os sexos e média de idade de 22,3 anos ($\pm 3,3$ anos).

Métodos

Os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: em um grupo, os indivíduos foram submetidos a aplicação da lâmpada infravermelha (calor superficial), enquanto no outro grupo utilizou-se o aparelho de ondas curtas (calor profundo) como técnica de termoterapia.

¹ Universidade Santo Amaro, Faculdade de Fisioterapia, Curso de Fisioterapia. São Paulo, SP, Brasil.

² Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Programa de Pós-Graduação em Clínica Médica. R. Tessália Vieira de Camargo, 126, Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13083-887, Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: E-mail: <tdstocco@live.com>.

Como citar este artigo/How to cite this article

Santos LN, Nakagima YH, Stocco TD. Efeito agudo de diferentes métodos de termoterapia na amplitude de movimento articular. Rev Ciênc Med. 2019;28(2):69-76. <http://dx.doi.org/10.24220/2318-0897v.28n2a4598>



Resultados

Como resultado, observou-se que o grupo submetido ao calor profundo obteve melhora significativa em relação a amplitude de movimento, tanto em comparação dentro do mesmo grupo, confrontando-se a amplitude de movimento pré- e pós-intervenção (aumento médio de $10,9 \pm 3,1^\circ$), quanto quando comparado ao grupo submetido ao calor superficial, que não apresentou melhora significativa (aumento médio de $3,1 \pm 2,5^\circ$).

Conclusão

Concluiu-se que, embora o efeito agudo da termoterapia seja benéfico no ganho de amplitude de movimento, o calor profundo parece ter um efeito mais pronunciado quando comparado às técnicas de calor superficial.

Palavras-chave: Amplitude de movimento articular. Maleabilidade. Termoterapia.

ABSTRACT

Objective

The objective of this study was to quantitatively compare the acute effect of different thermotherapy techniques on the gain of range of motion.

Methods

Research volunteers (n=34) of both genders and mean age of 22.3 years (± 3.3 years) were randomly divided into two groups: one group in which subjects were treated with infrared lamp (surface heat) while the other group was treated with the selected thermotherapy technique with the shortwave apparatus (deep heat).

Results

The deep heat group obtained a significant improvement in terms of range of motion, both within the same group, comparing the pre and post intervention range of motion (mean increase of $10.9 \pm 3.1^\circ$) when compared to the superficial heat group, which in turn did not show significant improvement (mean increase of $3.1 \pm 2.5^\circ$).

Conclusion

Although the acute effect of thermotherapy is beneficial in gain of range of motion, deep heat seems to have a more pronounced effect when compared to surface heat techniques.

Keywords: Range of motion. Pliability. Thermotherapy.

INTRODUÇÃO

A flexibilidade pode ser definida como a capacidade de alongamento de um músculo ou grupo muscular, sendo considerada um componente essencial da aptidão física e, como tal, deve ser levada em conta nos programas de treinamento e reabilitação [1,2]. Ainda, diversos aspectos são capazes de produzir alterações na flexibilidade, tais como: sexo, idade, tamanho muscular, patologias e a temperatura tecidual [3]. Um nível adequado de flexibilidade é fundamental na realização de atividades esportivas e de vida diária com qualidade, de maneira harmônica e em toda a amplitude de movimento [4]. Nesse contexto, um déficit da flexibilidade muscular acarretará uma diminuição da amplitude de movimento bem como alteração de força muscular e, conseqüentemente, limitações no desempenho das atividades físicas, seja na vida diária ou de gesto esportivo [5].

Os exercícios de alongamento aumentam a flexibilidade muscular, e a diminuição subsequente da rigidez reduz a carga imposta ao longo da junção musculotendínea durante movimentos articulares rápidos. O alongamento ainda diminui a viscosidade das estruturas dos tendões e aumenta a elasticidade, fornecendo

uma base fisiológica para reduzir a resistência passiva, melhorar a amplitude de movimento da articulação e reduzir o risco de lesões [6].

Estudos têm demonstrado o papel do alongamento de vários grupos musculares, tais como os isquiotibiais, com melhora no comprimento e na extensibilidade dos músculos, em períodos curtos e longos de alongamento [7,8]. A flexibilidade dos músculos isquiotibiais é influenciada por diversos fatores, tais como: condicionamento físico, idade e sedentarismo, e o consequente encurtamento desse grupo muscular está diretamente associado a disfunções na postura, diminuição da amplitude de movimento do quadril, joelho e coluna lombar [9]. Dessa forma, torna-se especialmente necessária a manutenção da flexibilidade desses músculos a fim de preservar e/ou atingir a movimentação máxima e o equilíbrio postural, reduzir a sobrecarga da coluna, aumentar e/ou manter o desempenho físico e prevenir lesões [10].

Adicionalmente, agentes térmicos também desempenham um papel determinante em conjunto com o alongamento para fomentar o efeito de ambos no ganho de flexibilidade muscular. O aumento da temperatura tende a produzir o relaxamento das fibras musculares, diminuição da rigidez articular, aumento da extensibilidade do colágeno, diminuição do espasmo muscular, aumento do fluxo sanguíneo, diminuição da viscosidade, inibição da atividade simpática e melhora do aporte de oxigênio. Em segundo plano, o calor também pode ser importante, pois diminui a dor existente durante o exercício de alongamento que, por consequência, aumenta a complacência muscular e facilita alcançar a amplitude de movimento articular máxima [11].

A termoterapia, definida como a aplicação terapêutica de calor, pode ser obtida de diversas formas com a finalidade de elevar a temperatura do tecido corporal local [12]. Um dos meios para aquecimento aplicado ao tecido biológico é a lâmpada de luz infravermelha. Em geral, a penetração da radiação infravermelha fica no máximo em 3mm da pele, definindo-a como recurso de calor superficial. Por outro lado, a diatermia é um recurso que promove aquecimento dos tecidos profundos, podendo ser aplicada por equipamento de ondas curtas que utiliza campos eletromagnéticos de alta frequência com radiações não ionizantes, de modo contínuo ou pulsado [13].

Embora seja evidente a eficácia da termoterapia na melhora da extensibilidade muscular, ainda não existe consenso quanto ao tipo de aquecimento mais hábil para melhorar a amplitude de movimento de forma imediata [14,15]. Dessa forma, aventa-se a hipótese de que, como o calor profundo alcança a musculatura mais interna, acredita-se que ele proporcione melhores resultados na flexibilidade muscular do que o calor superficial, uma vez que este último atinge apenas a epiderme e a musculatura próxima à superfície da pele. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar comparativamente e quantitativamente o efeito agudo do calor profundo e do calor superficial na amplitude de movimento articular.

MÉTODOS

Fizeram parte da amostra 34 indivíduos saudáveis, de ambos os sexos (22 mulheres e 12 homens), com média de idade de 22,3 anos ($\pm 3,3$ anos) e não praticantes de qualquer tipo de atividade física regular (frequência semanal maior que duas vezes) nos últimos seis meses.

Os critérios de inclusão foram: voluntários entre 18 e 25 anos de idade, de ambos os sexos, que não praticassem nenhum tipo de atividade física com frequência semanal maior que duas vezes, por mais de seis meses. Foram excluídos da pesquisa voluntários que estivessem fora da faixa etária pré-determinada (18 a 25 anos), praticantes de atividade física regular, que apresentassem *deficits* cognitivos, que fossem portadores de outras lesões ou disfunções nos membros inferiores ou em outro segmento do corpo que prejudicasse a avaliação. Além disso, foram excluídos os indivíduos que possuíam alguma contraindicação para aplicação

dos aparelhos utilizados: gestantes, portadores de edema agudo ou crônico de membros inferiores, lesões ou doenças de pele na fase aguda, alteração de sensibilidade de pele, neoplasias, febre, disfunções vasculares, infecções e implantes metálicos.

Os voluntários foram devidamente informados sobre os procedimentos da pesquisa e aceitaram participar assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, seguindo as normas presentes na Resolução nº466 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Santo Amaro, São Paulo, SP, Brasil (Parecer nº 2.887.359).

Procedimento experimental

Os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos conforme a intervenção realizada. No primeiro grupo, denominado Grupo Infravermelho (GIN) os indivíduos ($n=17$) utilizaram o equipamento de infravermelho como recurso de termoterapia. Para tanto, o infravermelho (aparelho infravermelho com lâmpada de 150w, Carci) foi aplicado na região posterior da coxa, com o paciente em decúbito ventral e extensão de joelho, a uma distância da pele de, aproximadamente, 10 a 15cm durante trinta minutos [16].

No segundo grupo, denominado Grupo Ondas Curtas (GOC) foi utilizado equipamento de ondas curtas (Modelo DIATERMED II, Carci) para obtenção do calor profundo. Foi aplicado na região posterior da coxa, com o paciente em decúbito dorsal e um lençol entre a pele e as placas de silicone, que estavam dispostas na mesma face anatômica (coplanar) pelo tempo de vinte e cinco minutos [13].

O teste para avaliar a amplitude de movimento do joelho foi realizado em cada indivíduo em triplicata, antes e após a intervenção realizada com o recurso de termoterapia. A angulação da articulação do joelho foi avaliada por meio de Fotogrametria computadorizada, técnica segura de análise de imagens fotográficas utilizada para obtenção da posição articular [17]. As imagens foram capturadas por uma câmera posicionada na altura do joelho do indivíduo, fixada por um tripé na distância de 1,5m. Os indivíduos foram posicionados em decúbito dorsal na maca, demarcados em dois pontos por autoadesivos localizados sobre o maléolo lateral, e o côndilo lateral do fêmur, com uma banda elástica na perna em extensão para estabilizar. As imagens foram analisadas pelo *Software ImageJ*, com o intuito de mensurar a amplitude de movimento da articulação do joelho, tanto pré- quanto pós-intervenção.

Análise Estatística

Análise descritiva foi obtida a partir dos dados amostrais de cada agachamento. Para tanto, os resultados foram expressos como média e desvio padrão e comparados por meio da Análise de Variância, com posterior Teste de Tukey, com nível de significância de 95% ($p<0,05$). Foi utilizado o *software* estatístico Minitab® (versão 17, Minitab Inc., State College, EUA).

A partir dos valores obtidos, foi utilizada estatística descritiva para apresentar os resultados e comparar os dados amostrais. Os resultados foram expressos como média e desvio padrão. Foram aplicados o Teste *t* de Student pareado, para comparar os dados pré e pós-intervenção intragrupo, e o Teste *t* de Student não pareado, para comparar as médias entre os grupos de intervenção. Para ambos os testes, o nível de significância foi de 95% ($p<0,05$). Foi utilizado o *software* estatístico Minitab® (versão 17, Minitab Inc., State College, EUA).

RESULTADOS

Todos os participantes da pesquisa concluíram o trabalho sem intercorrências. Quando comparada a amplitude de movimento pré- e pós-intervenção, observa-se que ambos os grupos apresentaram melhora após a termoterapia (Figura 1). No entanto, apenas no grupo GOC foi encontrada uma diferença significativa.

Analisando o ganho de amplitude de movimento através da média do aumento de cada grupo, por meio da pré e pós-intervenção, observou-se diferença significativa na amplitude de movimento do grupo GOC em comparação ao GIN (Figura 2).

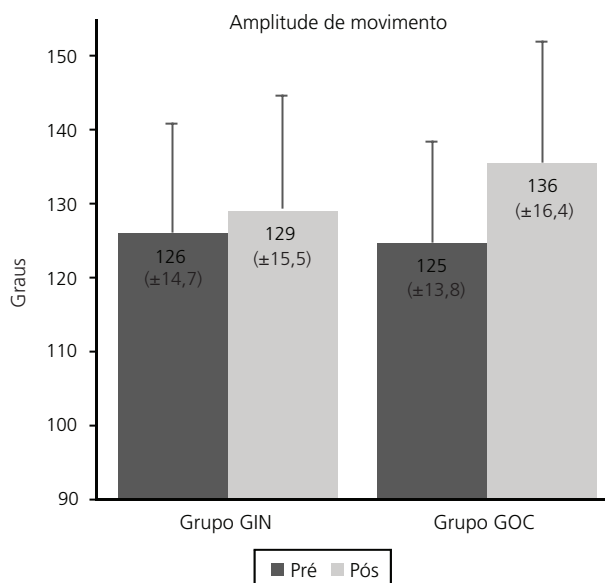


Figura 1. Amplitude de movimento de flexão do joelho antes e após a intervenção dos recursos de termoterapia nos diferentes grupos ($p < 0,05$).

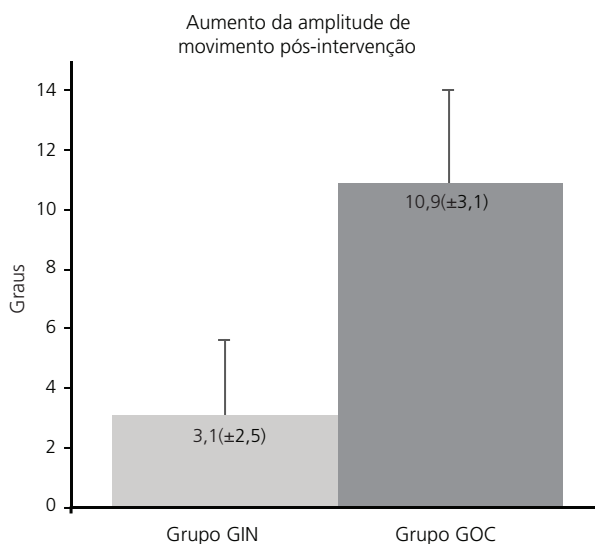


Figura 2. Média do aumento da amplitude de movimento da flexão do joelho pós-intervenção nos diferentes grupos ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O presente estudo objetivou analisar quantitativamente e comparativamente o efeito agudo do calor profundo e do calor superficial na amplitude de movimento de flexão de joelho através da flexibilidade dos músculos isquiotibiais. Observou-se, separadamente, que o calor profundo obtido a partir do aparelho de ondas curtas gera aumento significativo, enquanto o infravermelho produziu aumento não significativo na flexibilidade muscular pós-intervenção, quando comparada à pré intervenção. Tais achados discordam do observado por Brasileiro *et al.* [13] e por Silva *et al.* [18], que também avaliaram o efeito agudo por meio de ondas curtas, porém associado ao alongamento. Brasileiro *et al.* [13] observaram que não houve diferença significativa entre os grupos de alongamento e calor profundo associado ao alongamento. Já Silva *et al.* [18], concluíram que o alongamento é o recurso mais efetivo para o ganho da extensibilidade muscular, independentemente da aplicação do calor profundo ou não.

Na literatura encontram-se estudos que analisaram o aquecimento dos tecidos e seus benefícios, independentemente do aparelho utilizado. Garrett *et al.* [19], avaliando o aumento da temperatura do tecido após o tratamento com ondas curtas e ultrassom, concluíram que, embora ambos aqueçam o tecido, o primeiro é capaz de aquecer uma área maior, em razão da região em contato com a pele, independentemente do modo utilizado no aparelho. Conclui-se, portanto, que a diatermia por ondas curtas é capaz de aumentar a temperatura de uma região maior e de maneira eficiente, retendo calor por mais tempo após o fim da aplicação do calor terapêutico, corroborando os achados do presente estudo.

Quanto ao tempo de aplicação de calor na presente pesquisa, este foi de vinte e cinco minutos para o aparelho de ondas curtas, e de trinta minutos para o infravermelho, acompanhando achados da literatura. Para se gerarem resultados positivos, existe um tempo preestabelecido para a aplicação dos aparelhos: a partir de vinte e cinco minutos para calor profundo, e de trinta minutos para calor superficial [12,16]. Seguindo o tempo estipulado na literatura, foi possível concluir que o tempo aplicado nesta pesquisa foi suficiente para gerar aumento da amplitude de movimento do GOC.

O resultado deste estudo diverge de Martínez-Rodríguez *et al.* [20] e também de Draper *et al.* [21], que avaliaram os efeitos da diatermia por ondas curtas para a flexibilidade muscular. No entanto, Draper *et al.* [21] também associaram os recursos eletroterápicos com o alongamento, o que dificulta avaliar os benefícios da termoterapia de forma isolada. Além disso, ambos os estudos aplicaram a intervenção com um tempo inferior ao previsto pela literatura e com o aparelho no modo pulsado, que é comumente utilizado como recurso atômico, de modo que a energia que é liberada possui mínimos efeitos de aquecimento, sendo insuficiente para gerar calor [22].

Por sua vez, o GIN apresentou melhora não significativa sobre a flexibilidade muscular, corroborando o estudo de Robertson *et al.* [23], que sugerem que a resposta da pele ou a vasodilatação reflexa associada tenha sido mínima durante o aquecimento superficial. Os autores realizaram uma análise sobre a comparação dos efeitos do calor profundo e superficial a longo prazo, durante três sessões com 46 horas de intervalo, concluindo que o calor profundo aumenta a extensibilidade dos tecidos mais do que o calor superficial. Dohnert e Oliveira [24], analisaram também o calor profundo, porém comparado à crioterapia, obtendo como resultado que a técnica de diatermia é mais eficiente para o ganho da flexibilidade muscular.

Embora o presente estudo tenha sido realizado com uma amostra de tamanho reduzido, e tenha se focado apenas em jovens saudáveis e em um único grupo muscular, o trabalho torna-se relevante por ser o primeiro estudo a avaliar comparativamente o efeito agudo do calor superficial e do profundo na amplitude de movimento articular, com resultados potenciais que podem ser mais profundamente explorados em estudos futuros.

CONCLUSÃO

O presente estudo analisou de maneira isolada o efeito agudo da termoterapia, concluindo que sua aplicação, mesmo não combinada com outras técnicas, promove resultados benéficos na flexibilidade muscular.

A aplicação da termoterapia de calor profundo promove melhora significativa na amplitude de movimento quanto ao efeito agudo, enquanto o calor superficial não possibilitou observar nenhuma melhora significativa. No entanto, novas pesquisas com outros grupos de indivíduos, tais como idosos e pacientes com patologias específicas, devem ser realizadas a fim de extrapolar os resultados para outras populações.

COLABORADORES

LN SANTOS e YH NAKAGIMA foram responsáveis pela aquisição e análise dos dados e escrita do manuscrito. TD STOCCO participou da análise dos dados, correção e aprovação da versão final.

REFERÊNCIAS

1. Medeiros DM, Lima CS. Influence of chronic stretching on muscle performance: Systematic review. *Hum Mov Sci.* 2017;54:220-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2017.05.006>
2. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensens H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol.* 1996;497:291-8. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.1996.sp021768>
3. Wang SS, Whitney SI, Burdett RG. Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1993;17:102-7.
4. Badaro AFV, Silva AH, Beche D. Flexibilidade versus alongamento: esclarecendo as diferenças. *Rev Cent Cienc Saúde.* 2007;33:0-4. <http://dx.doi.org/10.5902/223658346461>
5. Almeida TT. Mitos e verdades sobre flexibilidade: reflexões sobre o treinamento de flexibilidade na saúde dos seres humanos. *Rev Mot.* 2007;3:337-44.
6. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures *in vivo*. *J Appl Physiol.* 2001;90:520-7. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.2001.90.2.520>
7. Sullivan KO, Murray E, Sainsbury D. The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskelet Disord.* 2009;10:1-9. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2474-10-37>
8. Dallas G, Smirniotoy A, Tsopani D. Acute effect of different stretching methods on flexibility and jumping performance in competitive artistic gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness.* 2014;54:68-90.
9. Cardoso JHP, Damasceno SO, Camara DT, Miranda FHS, Assis LC, Silva EAL, *et al.* Análise de encurtamento dos músculos isquiotibiais em adultos jovens de 18 a 25 anos. *Colloq Vitae.* 2017;8:90-6. <http://dx.doi.org/10.5747/cv.2016.v08.nesp.000270>
10. Andrade Filho JHC, Santo TCSE, Facó SGG, Magalhães AT, Silva BAK, Minghini BV, *et al.* A influência da termoterapia no ganho de flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev Bras Med Esporte.* 2016;22:227-30. <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220162203136164>
11. Knight CA, Rutledge CR, Cox ME, Acosta M, Hall SJ. Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. *Phys Ther.* 2001;81:1206-14. <http://dx.doi.org/10.1177/036354658501300409>
12. Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Pract.* 2004;7(3):395-9.
13. Brasileiro JS, Faria AF, Queiroz LL. Influência do resfriamento e do aquecimento local na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11:57-61. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-3552007000100010>
14. Rosa A, Montandon I. Efeitos do aquecimento sobre a amplitude de movimento: uma revisão crítica. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2006;14:109-16.

15. Colman BHA, Moreira EG, Marció VA, Aragão FA, Bertolini GRF. Diatermia por ondas curtas no tratamento do retração da musculatura isquiotibial: revisão sistemática. *Varia Sci.* 2017;3:155-64.
16. Fournier J, Hausswirth C, Louis J, Filliard R, Brisswalter J. Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *Plos One.* 2011;6(12):e27749. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0027749>
17. Barbosa GM, Santos HH, Dantas GAF, Silva BR, Pinheiro SM, Vieira WHB. Intra-rater and inter-instrument reliability on range of movement of active Knee extension. *Motriz Rev Educ Fis.* 2017;23:53-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-6574201700010008>
18. Silva SA, Oliveira DJ, Jaques MJN, Araújo RC. Efeito da crioterapia e termoterapia associados ao alongamento estático na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Motricidade.* 2010;6:55-62. [http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.6\(4\).138](http://dx.doi.org/10.6063/motricidade.6(4).138)
19. Garrett CL, Draper DO, Knight KL. Heat distribution in the lower leg from pulsed short-wave diathermy and ultrasound treatments. *J Athl Train.* 2000;35:50-5.
20. Martínez-Rodríguez A, Bello O, Yañez-Brage I. Effect of a single pulsed shortwave diathermy treatment on extensibility of the hamstrings. *Int J Athl Ther Train.* 2014;19:6-10. <http://dx.doi.org/10.1123/ijatt.2013-0005>
21. 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 Sport Phys Ther.* 2004;34:13-20. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2004.34.1.13>
22. Kitchen S, Partridge C. Review of shortwave diathermy continuous and pulsed patters. *Physiotherapy.* 1992;78:243-52. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406\(10\)61434-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9406(10)61434-4)
23. Robertson VJ, Ward AR, Jung P. The effect of heat on tissue extensibility: A comparison of deep and superficial heating. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86:819-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2004.07.353>
24. Dohnert MB, Oliveira MS, Hoffmann RF. Efeito agudo da crioterapia e diatermia na flexibilidade e força muscular de isquiotibiais. *Ciênc Saúde.* 2017;10(2):89-95. <http://dx.doi.org/10.15448/1983-652X.2017.2.24474>

Recebido: maio 3, 2019

Versão Final: julho 10, 2019

Aprovado: agosto 1, 2019