

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DO MÚSCULO QUADRÍCEPS FEMORAL EXPOSTO A DUAS MODALIDADES DE CRIOTERAPIA POR MEIO DE TERMOGRAFIA



TEMPERATURE VARIATION OF THE QUADRICEPS FEMORIS MUSCLE EXPOSED TO TWO FORMS OF CRYOTHERAPY BY MEANS OF THERMOGRAPHY

Alberito Rodrigo de Carvalho¹
Daiane Lazzeri de Medeiros¹
Francieli Tibes de Souza¹
Grazieli Francine de Paula¹
Patrícia Mantovani Barbosa¹
Paula Renata Olegini Vasconcellos¹
Márcia Rosângela Buzanello¹
Gladson Ricardo Flor Bertolini¹

1. Laboratório de Estudo das Lesões e Recursos Fisioterapêuticos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), *campus* de Cascavel – Paraná.

Correspondência:

Gladson Ricardo Flor Bertolini
Rua Universitária, 2.069, Colegiado de Fisioterapia, Jd Universitário 85819-110 – Cascavel, PR
Caixa Postal 711
E-mail: gladson_ricardo@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: Crioterapia é qualquer forma de aplicação terapêutica de frio que leva à diminuição da temperatura dos tecidos. **Objetivo:** Comparar as variações na temperatura superficial do músculo quadríceps femoral, em três momentos distintos, quando expostos a duas modalidades de crioterapia: sacos com gelo ou sacos contendo mistura de gelo e água. **Materiais e métodos:** Participaram do estudo 18 indivíduos, com idade entre 18 e 25 anos, de ambos os sexos. Em cada voluntário foi realizada, simultaneamente, crioterapia com gelo na coxa esquerda e mistura de gelo e água na coxa direita, durante 15 minutos na região do quadríceps femoral. A temperatura superficial foi mensurada por um termógrafo e foram feitos registros nos seguintes momentos: pré-crioterapia, imediatamente e 15 e 30 minutos após a retirada da modalidade de crioterapia. **Resultados:** Ambas as modalidades de crioterapia foram eficientes para diminuir a temperatura do quadríceps femoral e a mistura de gelo e água foi capaz de induzir a uma temperatura mais baixa em relação àquela modalidade que usou somente gelo. O resfriamento, para ambas as modalidades, perdurou por, pelo menos, 15 minutos após a retirada do gelo e a temperatura superficial já estava restaurada ao nível pré-aplicação aos 30 minutos após a retirada. **Conclusão:** Ambas as modalidades promoveram redução da temperatura que perdurou, pelo menos, durante 15 minutos; e após 30 minutos da retirada das modalidades a temperatura foi restabelecida aos níveis normais. Contudo, a mistura de gelo e água produziu resfriamento maior do que a modalidade de gelo sozinho.

Palavras-chave: crioterapia, termografia, agentes de resfriamento.

ABSTRACT

Introduction: Cryotherapy is any form of therapeutic application of cold which decreases the temperature of tissues. **Objective:** To compare the variations in surface temperature of the quadriceps muscle at three different times when exposed to two forms of cryotherapy: ice bags or bags containing a mixture of ice and water. **Material and Methods:** The study involved 18 subjects, aged between 18 and 25 years, of both sexes. In each volunteer, ice cryotherapy on the left thigh and a mixture of ice and water on the right thigh was simultaneously applied for 15 minutes to the quadriceps femoris region. The temperature was measured by a thermograph and the following moments were recorded: before cryotherapy, immediately and 5 and 30 minutes after removal of the modality of cryotherapy. **Results:** Both cryotherapy methods were effective to decrease the temperature of the quadriceps and the mixture of ice and water was able to induce a lower temperature compared to the modality which used ice only. The cooling for both modalities lasted for at least 15 minutes after the removal of ice and surface temperature had been restored at pre application 30 minutes after removal. **Conclusion:** Both methods promoted a reduction in temperature that lasted at least 15 minutes, and 30 minutes after the withdrawal the temperature was reestablished to normal levels. However, the mixture of ice and water produced cooling more remarkable than the ice alone.

Keywords: cryotherapy, thermography, cooling agents.

INTRODUÇÃO

Desde a Grécia antiga a crioterapia é utilizada como forma terapêutica, visando o resfriamento tecidual, analgesia local, diminuição do edema, redução do processo inflamatório, do fluxo sanguíneo, da taxa metabólica intramuscular, da velocidade de condução nervosa e minimização dos danos teciduais ocasionados pela hipóxia^{1,2}.

Durante a aplicação da crioterapia, observa-se uma primeira fase de

sensação inicial de frio. A segunda fase é de dor ou desconforto, e a terceira de analgesia ou anestesia. A quarta fase produz vasodilatação reflexa ou paralítica profunda. Essas fases duram aproximadamente três minutos cada, dependendo da modalidade utilizada³. A diminuição do fluxo sanguíneo local ocorre quando a temperatura do tecido chega a 13,8°C. Já a analgesia acontece a 14,4°C. Se o resfriamento atingir temperatura abaixo de 10°C há um bloqueio total das transmissões dos impulsos nervosos⁴.

Atualmente, a crioterapia é uma técnica amplamente utilizada na fisioterapia e existem várias modalidades, tais como o uso de sacos com gelo, pacotes contendo mistura de gelo e água, imersão em água gelada, dentre outros. Contudo, as diferenças na capacidade de resfriamento das distintas modalidades de crioterapia ainda geram questionamentos, visto que conhecer o efeito de resfriamento de cada uma delas é determinante para que a resposta clínica da terapia seja otimizada ao máximo⁵.

A termografia é um exame diagnóstico de imagem de grande sensibilidade, totalmente rápido, seguro, indolor, sem radiação ionizante, contato ou contraste. Por meio de uma câmera especial, capaz de captar radiação infravermelha longa emitida pelo corpo humano, torna-se possível mensurar a temperatura da superfície cutânea e formar uma imagem da distribuição térmica. Para a realização do exame, o ambiente utilizado deve ser climatizado com temperaturas na faixa de 22-25°C. A climatização e estabilização térmica do paciente devem ocorrer por 10 a 15 minutos⁶⁻⁸.

Assim, o presente estudo procurou identificar, por meio da termografia, qual entre duas modalidades de crioterapia frequentemente utilizadas no meio clínico ocasiona maior diminuição de temperatura, sendo o objetivo comparar as variações na temperatura superficial do músculo quadríceps femoral, em três momentos distintos, quando expostos a duas modalidades de crioterapia: sacos com gelo (G) ou sacos contendo mistura de gelo e água (G+A).

MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra, eleita por conveniência e de forma não probabilística, foi composta por 18 universitários, com idade entre 18 e 25 anos, de ambos os sexos. As duas modalidades de crioterapia, sacos com gelo (G) e sacos contendo mistura de gelo e água (G+A), foram aplicadas em todos os indivíduos, sendo que a modalidade G+A foi aplicada no quadríceps direito e a modalidade G no quadríceps esquerdo. A duração da aplicação para ambas foi de 15 minutos e elas foram aplicadas simultaneamente. Os protocolos foram realizados no Laboratório de Estudo das Lesões e Recursos Fisioterapêuticos da Clínica de Fisioterapia da Unioeste. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unioeste sob parecer 479/2010-CEP.

Inicialmente, os sujeitos foram submetidos a uma avaliação de triagem para registros de dados de identificação e também para análise de possíveis fatores desfavoráveis à participação na pesquisa. Não foram incluídos no estudo os voluntários que apresentassem doenças sistêmicas, vasculares ou do aparelho locomotor, ou, ainda, que tivessem hipersensibilidade ao frio.

Ambas as modalidades foram aplicadas utilizando-se um saco plástico contendo: na modalidade G+A – 760g de gelo + 240g de água; na modalidade G – 1kg de gelo. Para confirmação das medidas, utilizou-se uma balança Techline Digital Bal 150pa.

As imagens foram obtidas por um termógrafo de câmera infravermelha portátil ThermaCAM[®] E320, com resolução de 320 x 240 pixels, 4x de zoom digital, sensibilidade térmica de -0,10°C a 25°C, e precisão de ± 2°C para a análise termográfica dos dados. A análise termográfica dos dados foi realizada com o auxílio do programa Therma CAM[™] Quick Report – versão 1.1. A termografia foi utilizada para medir a temperatura superficial dos músculos quadríceps femoral de ambos os membros inferiores, simultaneamente, e foi dada em graus Celsius.

Para análise das imagens do termógrafo foi utilizado, como ponto de referência no quadríceps, um ponto a 8cm da borda superior da patela. O laboratório permaneceu climatizado a uma temperatura de 24°C durante 12 horas antes do procedimento. No dia da aplicação da crioterapia, os voluntários foram submetidos a 15 minutos de climatiza-

ção no ambiente de coleta utilizando roupa adequada (*shorts*), deixando o quadríceps desnudo, com portas e janelas fechadas. Evitaram-se movimentos próximos dos indivíduos, que permaneceram sentados, sem nenhum contato com a região de interesse e orientados a realizar o mínimo de movimento possível.

Após este período, realizou-se o primeiro registro termográfico (AV1). Em seguida, aplicaram-se as duas modalidades de crioterapia simultaneamente no mesmo indivíduo, com o intuito de minimizar o viés da aplicação. Imediatamente após, 15 e 30 minutos depois da retirada das modalidades de crioterapia realizou-se o segundo (AV2), terceiro (AV3) e quarto (AV4) registro, respectivamente, de ambas as coxas.

A análise estatística foi realizada pelo teste Kolmogorov-Smirnov para normalidade. Para comparar os dados entre quadríceps direito e esquerdo, utilizou-se o teste de Wilcoxon. Friedman com pós-teste de Dunn's foi utilizado para comparar o momento pré-crioterapia, imediatamente após, 15 e 30 minutos pós-aplicação dentro de cada modalidade. O nível de significância foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

Nas comparações entre os quadríceps direito e esquerdo, nos diferentes momentos de registro, que evidenciou qual das modalidades foi capaz de resfriar mais o músculo, não foi encontrada diferença significativa no momento AV1 ($p = 0,1969$), indicando homogeneidade. Contudo, imediatamente após (AV2, $p = 0,0017$), 15 (AV3, $p = 0,0013$) e 30 minutos (AV4, $p = 0,001$) após a retirada da crioterapia, houve diferenças significativas entre as modalidades (tabela 1) e a modalidade G+A induziu a um resfriamento significativamente mais baixo.

Para os lados direito (G+A) e esquerdo (G), comparando-se AV1 com AV2 e AV3, houve diferenças significativas ($p < 0,05$) indicando diminuição significativa da temperatura. Mas ao comparar AV1 com AV4 não se observou diferença significativa entre esses registros ($p > 0,05$), sugerindo que houve restauração dos valores pré-aplicação. Ao comparar AV2 com AV3, não houve diferença significativa ($p > 0,05$), indicando manutenção da diminuição da temperatura alcançada; mas houve diferença significativa com a avaliação após 30 minutos (AV4, $p < 0,05$), mostrando o retorno da temperatura para os níveis iniciais. Na comparação entre AV3 e AV4, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) (tabela 1).

Tabela 1. Resultados obtidos tanto para as variações entre as temperaturas médias, em graus Celsius (°C), observadas para cada modalidade (gelo + água – G+A) e gelo – G, nos diferentes momentos de registro (pré-crioterapia – AV1; imediatamente após – AV2, 15 – AV3; e 30 minutos – AV4), e locais de aplicação (quadríceps direito – Quad D, e esquerdo – Quad E; direito – D, e esquerdo – E).

Local	AV1		AV2		AV3		AV4	
	Quad D	Quad E	G+A (D)	G (E)	G+A (D)	G (E)	G+A (D)	G (E)
T _{pt} °C	29,66	29,56	8,00 ^{†*}	9,84 [*]	22,18 ^{†*}	22,77 [*]	25,17 ^{†▲}	25,68 [▲]

[†] Diferença significativa comparada ao lado esquerdo no mesmo momento de avaliação.

^{*} Diferença significativa ao comparar com o momento pré-crioterapia do respectivo lado.

[▲] Diferença significativa ao comparar com o momento pós-imediate do respectivo lado.

DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou que as duas modalidades de crioterapia foram eficazes para diminuir a temperatura do quadríceps femoral e que a mistura de gelo e água foi capaz de induzir a uma temperatura mais baixa em relação àquela modalidade que usou somente gelo. O resfriamento, para ambas, perdurou por, pelo menos, 15 minutos após a retirada do gelo e a temperatura superficial foi restaurada nos níveis pré-aplicação aos 30 minutos após a retirada.

Enwemeka *et al.*¹ avaliaram a temperatura do músculo quadríceps em 1, 2 e 3cm de profundidade, antes, durante e após 20 minutos de tratamento com bolsa de gelo. Os resultados revelaram queda significativa da temperatura da pele a partir de oito minutos de tratamento.

Após a terapia, a temperatura em 1 cm subiu rapidamente, retornando aos níveis basais. Em contrapartida, houve queda da temperatura nas profundidades de 2 e 3cm, pois os tecidos mais profundos perderam calor favorecendo o reaquecimento dos tecidos superficiais.

De forma concordante, Myrer *et al.*⁹ e Mac Auley¹⁰ observaram que a temperatura intramuscular continua a reduzir após o término da crioterapia. Tomchuk *et al.*¹¹ também observaram que a temperatura intramuscular permaneceu diminuindo 2°C a 3°C depois de 10 minutos após a remoção do gelo, antes de ser gradualmente aumentada aos valores basais.

Supõe-se, baseado na literatura, que os tecidos mais profundos são uma das fontes de calor usadas para reaquecer o tecido superficial. Neste estudo, possivelmente, os tecidos profundos continuaram resfriando-se após a retirada da crioterapia, devido ao aumento gradual da temperatura da superfície do músculo. Contudo, como o termógrafo não é capaz de fazer registros distinguindo as diferentes profundidades, sugere-se, então, novos estudos que avaliem a temperatura em várias profundidades, confrontando com dados avaliados por termografia.

As modalidades de frio com propriedades termodinâmicas distintas produzem diferentes temperaturas intramusculares, umas com efeitos maiores do que outras, sendo a mais importante a mudança de estado físico. Algumas absorvem o calor por condução e permitem que a água produzida pelo derretimento do gelo evapore, absorvendo com isso mais calor da superfície¹². A interação entre a superfície de resfriamento e dos tecidos subjacentes é importante na determinação da eficácia do tratamento, reforçando a hipótese de que a maior área de contato e acoplamento ao tecido influenciam no efeito da terapêutica⁴. Baseado nessa hipótese, poder-se-ia inferir que a modalidade G+A pudesse produzir um maior resfriamento do que apenas G, resultado esse que foi observado.

Assemelhando-se aos estudos acima citados, Dykstra *et al.*¹³ verificaram que a terapia com gelo e água foi mais eficaz no resfriamento do músculo gastrocnêmio, após 20 minutos de aplicação, do que cubos

de gelo ou gelo picado. Tal fato pode ter ocorrido devido ao aumento do contato entre o gelo molhado e a pele, pois a água dentro da embalagem se adapta melhor à área de tratamento do que o gelo. Contraíndo, Janwantanakul¹⁴, utilizando uma bolsa do gelo com diferentes tamanhos e pesos, verificou que o tamanho da área de contato não alterou o grau de resfriamento dos tecidos.

Outro aspecto que interfere na passagem do calor é a capacidade térmica de cada material, ou seja, calor específico¹². Kanlayanaphotporn e Janwantanakul¹⁵ estudaram a aplicação de quatro modalidades de crioterapia: pacote de gelo, mistura de água e álcool congelado, pacote de gel e ervilhas congeladas, e observaram que o pacote de gelo e mistura de água e álcool foram mais eficientes na redução da temperatura da superfície do tecido. Isto pode ser explicado pelo alto calor específico no pacote de gelo e mistura de água e álcool, oferecendo maior capacidade de resfriamento superficial.

Devido à importância clínica da crioterapia, e visto que outros fatores, como a espessura do tecido e termorregulação em diferentes estágios da vida, podem influenciar nas alterações da temperatura¹⁶, sugerem-se, ainda, novos estudos que utilizem populações com extremos de idades e alterações patológicas.

CONCLUSÃO

Ambas as modalidades promoveram redução da temperatura que perdurou, pelo menos, durante 15 minutos; e, após 30 minutos da retirada das modalidades, a temperatura foi restabelecida aos níveis normais. Contudo, a mistura de gelo e água produziu resfriamento maior do que a modalidade de gelo sozinho. Assim, clinicamente, pode haver diferença entre a aplicação de sacos com gelo ou da mistura de gelo e água.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Enwemeka CS, Allen C, Avila P, Bina J, Konrade J, Munns S. Soft tissue thermodynamics before, during, and after cold pack therapy. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:45-50.
2. Brancaccio N, Klein AA, Böettche GA, Colla PHS, Machado DM, Moser GR, et al. Análise de lesão muscular em ratos treinados e sedentários submetidos a crioterapia. *Fisioter Mov* 2005;18:59-65.
3. Vasconcellos LPWC. Noções de crioterapia. *Perspect Médicas* 1998;9:22-8.
4. Bleakley C, McDonough S, Macauley D. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: a systematic review of randomized controlled trials. *Am J Sports Med* 2004;32:251-61.
5. Knight KL. Crioterapia no tratamento das lesões esportivas. São Paulo: Manole, 2000.
6. Andrade Filho ACC. Teletermografia: princípios físicos, fisiológicos e fisiopatológicos da produção da imagem e suas indicações na clínica de dor e reabilitação. *Acta Fisiatríca* 1999;6:55-9.
7. Brioschi ML, Macedo JF, Macedo RAC. Termometria cutânea: novos conceitos. *J Vasc Bras* 2003;2:151-60.
8. Brioschi ML, Yeng LT, Pastor EMH, Colman D, Silva FMRM, Teixeira MJ. Documentação da síndrome dolorosa miofascial por imagem infravermelha. *Acta Fisiatr* 2007;14:41-8.
9. Myrer JW, Myrer KA, Measom GJ, Fellingham GW, Evers SL. Muscle temperature is affected by overlying adipose when cryotherapy is administered. *J Athletic Train* 2001;36:32-6.
10. Mac Auley DC. Ice therapy: how good is the evidence? *Int J Sports Med* 2001;22:379-84.
11. Tomchuk D, Rubley MD, Holcomb WR, Guadagnoli M, Tarno JN. The magnitude of tissue cooling during cryotherapy with varied types of compression. *J Athl Train* 2010;45:230-7.
12. Merrick MA, Jutte LS, Smith ME. Cold modalities with different thermodynamic properties produce different surface and intramuscular temperatures. *J Athl Train* 2003;38:28-33.
13. Dykstra JH, Hill HM, Miller MG, Cheatham CC, Michael TJ, Baker RJ. Comparisons of cubed ice, crushed ice, and wetted ice on intramuscular and surface temperature changes. *J Athl Train* 2009;44:136-41.
14. Janwantanakul P. The effect of quantity of ice and size of contact area on ice pack/skin interface temperature. *Physiotherapy* 2009;95:120-5.
15. Kanlayanaphotporn R, Janwantanakul P. Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1411-5.
16. Jutte LS, Merrick MA, Ingersoll CD, Edwards JE. The relationship between intramuscular temperature, skin temperature, and adipose thickness during cryotherapy and rewarming. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:845-50.