

COMPARAÇÃO DA TEMPERATURA LOCAL, APÓS DIFERENTES MÉTODOS DE RESFRIAMENTO TECIDUAL

LOCAL TEMPERATURE COMPARISON AFTER DIFFERENT METHODS OF TISSUE COOLING

Mikhail Santos Cerqueira¹, Andréa Thiebaut², Rafael Pereira¹, Luciano Garcia Pereira³

¹ Grupo de Pesquisa em Fisiologia Neuromuscular – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Jequié - Bahia - Brasil.

² Staff do Serviço de Fisioterapia da Clínica de Fisioterapia FísioSul, Cachoeiro de Itapemirim - Espírito Santo - Brasil.

³ Universidade Paulista – Nova Friburgo – Rio de Janeiro – Brasil

Data de entrada do artigo: 15/11/2012

Data de aceite do artigo: 19/03/2013

RESUMO

Introdução: o resfriamento tecidual com fins terapêuticos tem sido referenciado como crioterapia, e seu uso no campo esportivo amplamente difundido. É descrito na literatura que a forma e o local de aplicação podem influenciar o nível de resfriamento. **Objetivo:** comparar o resfriamento cutâneo obtido pela aplicação de duas modalidades de crioterapia, bolsa de gelo e bolsa de gel. **Método:** dez voluntários foram submetidos a três procedimentos, com duração de 20 minutos cada: bolsa de gel (GEL), bolsa de gelo (GELO) e exposição à temperatura ambiente (CONTROLE). O resfriamento foi realizado na região anterolateral da perna, e em três dias distintos, sendo a ordem de execução randômica. A temperatura superficial foi mensurada na região anterolateral da perna, com um termômetro infravermelho previamente (PRE) e imediatamente após cada procedimento (POS). Para comparação dos valores da temperatura superficial local das medidas PRE e POS de cada procedimento, foi utilizado Anova, com medidas repetidas (três grupos x duas medidas). Foi adotado o nível de significância de $p < 0,05$. **Resultado:** houve diferença significativa da temperatura local entre as medidas PRE e POS, para os procedimentos GEL e GELO ($p < 0,05$). A comparação da variação da temperatura mostrou maior queda da temperatura na condição GELO, alcançando temperaturas dentro da faixa de resfriamento terapêutica (i.e., $< 13^\circ\text{C}$). A condição GEL também causou queda significativa da temperatura superficial, quando comparada à condição CONTROLE, no entanto, não alcançou temperaturas dentro da faixa terapêutica. **Conclusão:** o resfriamento tecidual, por meio de bolsa de gelo é mais eficaz quando comparado à bolsa de gel.

Palavras-chave: crioterapia, reabilitação, analgesia

ABSTRACT

Introduction: the tissue cooling with therapeutics ends have been called cryotherapy, and its use in the athletic field widely spread owing to the analgesic effect. It is described that the modality of cryotherapy and the area where it is applied can influence the cooling level. **Objective:** compare the cutaneous cooling obtained through two cryotherapy modalities, ice bag and gel pack. **Method:** ten volunteers were submitted to three proceedings: cryotherapy through ice bag for 20 minutes (GELO), cryotherapy through gel pack for 20 minutes (GEL) and 20 minutes of environmental temperature exposure (CONTROL). The anterolateral portion of the leg was cooled and the procedures were carried out along 3 days and with a random order. An infrared thermometer was used to measure the superficial temperature of the anterolateral portion of leg after 1 minutes of environmental exposure (PRE) and immediately after the cooling or control procedures (POS). Analysis of variance with repeated measures (3 groups x 2 measures) was used and the significance level was set as $p < 0.05$. **Result:** it was observed a significant difference between PRE and POS measures for GEL and GELO conditions ($p < 0.05$). The application of ice bag induced a greater temperature reduction, reaching therapeutics temperature ranges (i.e., $< 13^\circ\text{C}$), while the application of gel pack induced a temperature reduction, but it was not sufficient to reach therapeutics temperatures ranges. **Conclusion:** it was concluded that the tissue cooling through ice bag is more efficient than gel pack, being suggested the preferential use of ice bags for therapeutics ends.

Keywords: cryotherapy, rehabilitation, analgesia.

INTRODUÇÃO

A crioterapia é definida como a aplicação de qualquer substância que retire calor corporal e diminua a temperatura tecidual com finalidades terapêuticas¹. A utilização desse recurso em programas de reabilitação se deve principalmente a seu efeito analgésico, sua ação no controle do edema e na prevenção da lesão por hipóxia secundária. Por consequência, esses efeitos permitem o início precoce dos exercícios e diminuem o período de reabilitação¹⁻³.

A crioterapia pode ser aplicada por diversos métodos, sendo as compressas de gelo e as bolsas de gel frio os mais populares e disponíveis comercialmente⁴. As bolsas de gelo utilizam cubos ou escamas de gelo dentro de uma sacola de tecido ou de plástico, envolvida por uma toalha, já a bolsa de gel frio consiste em um recipiente plástico específico, maleável e resistente, preenchido com gel especialmente desenvolvido para não congelar e se moldar às estruturas corporais.

A eficácia da crioterapia depende de vários fatores, incluindo o método de aplicação, a duração da aplicação, a diferença de temperatura inicial da área tratada, da quantidade de gordura subcutânea, a temperatura ambiente e ainda a aplicação associada à compressão⁵, tamanho da área afetada pelo tratamento⁶. De acordo com Merrick *et al.*⁷, quanto maior a capacidade de resfriamento superficial da modalidade, maior será a profundidade do resfriamento e mais eficaz o tratamento. Assim, para que o resfriamento seja terapêutico, é necessário que a temperatura tecidual alcance temperaturas específicas, para que os efeitos ocorram. Para alguns autores,⁸⁻¹⁰ temperaturas entre 10 e 13,6 °C promovem os efeitos terapêuticos utilizados na recuperação das lesões do sistema músculo-esquelético, sendo preconizado que efeitos analgésicos são obtidos com resfriamento da pele abaixo de 13,6 °C⁸, reduções de 10 % na velocidade de condução nervosa, a temperaturas cutâneas de 12,5 °C,^{9,11} e reduções de 50 % da atividade enzimática tecidual, a temperaturas cutâneas de 10 °C^{9,10}. Kanlayanaphotporn & Janwantanakul⁴ afirmam que reduções na temperatura da pele para aproximadamente 10 °C diminuem o fluxo sanguíneo local e o metabolismo, e que reduções para cerca de 13 °C causam efeito analgésico. Contudo, com a variedade dos modos de aplicação da crioterapia, é difícil determinar qual modo e tempo de aplicação alcança a faixa de temperatura ideal para os efeitos terapêuticos, e, uma vez que esta não seja alcançada, a eficácia da técnica fica comprometida. Dessa maneira, é fundamental o desenvolvimento de estudos que avaliem a capacidade de resfriamento de diferentes modalidades de crioterapia e o tempo de aplicação em partes distintas do corpo. O presente estudo objetivou comparar o resfriamento cutâneo obtido pela aplicação de duas modalidades de crioterapia, bolsa de gelo e bolsa de gel.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Participaram voluntariamente deste estudo 10 indivíduos (cinco homens e cinco mulheres), com idade de 23 ± 2 anos, estatura de 172 ± 11 cm, massa corporal total de 71 ± 18 kg. Todos responderam a um questionário e passaram por exame físico, para assegurar a ausência de quaisquer disfunções dermatológicas, neurológicas e musculoesqueléticas, que pudessem influenciar nos resultados dos testes ou comprometer a integridade física dos deses. Os voluntários foram informados dos procedimentos a serem realizados durante os testes e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme resolução nº 251, de 07/08/1997, do CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE e na resolução nº 196, de 10/10/1996, que são as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. A pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, sob o nº H167/CEP/2006.

Procedimentos experimentais

Os voluntários foram submetidos a três procedimentos: crioterapia com bolsa de gel por 20 minutos (GEL), crioterapia com bolsa de gelo por 20 minutos (GELO) e 20 minutos de exposição à temperatura ambiente (CONT). No procedimento GEL, a crioterapia foi aplicada por meio de uma bolsa plástica de gel (dimensões: 22 x 20 cm; peso: ~850 g). No procedimento GELO, a crioterapia foi aplicada com gelo picado, acondicionado em bolsas de tecido (algodão) umedecido. No procedimento CONT, os indivíduos permaneceram pelo mesmo período (i.e., 20 minutos) dos demais procedimentos, em temperatura ambiente. A crioterapia foi aplicada na face anterolateral da perna, sobre todo o ventre muscular do músculo tibial anterior (TA), por 20 minutos, com os indivíduos em decúbito dorsal e instruídos a não movimentar os membros inferiores durante o tratamento. No procedimento CONT, não houve aplicação de nenhuma modalidade crioterápica, e os voluntários permaneceram na mesma posição e sob instruções idênticas aos outros grupos. As bolsas de gelo e de gel foram presas à perna do voluntário com uma atadura elástica compressiva de 1m de comprimento e 15 cm de largura. As bolsas de gel e de gelo possuíam dimensões e volumes aproximados para aplicação uniforme na área de tratamento. Os procedimentos foram realizados após 10 minutos de ambientação ao laboratório e a temperatura ambiente foi controlada, sendo mantida a 24 °C.

A temperatura superficial local foi aferida com termômetro digital infravermelho, modelo TD-955 (Icel Manaus), com precisão de 0,1 °C, sendo mantida uma distância 2 cm entre o sensor e a pele.

Análise estatística

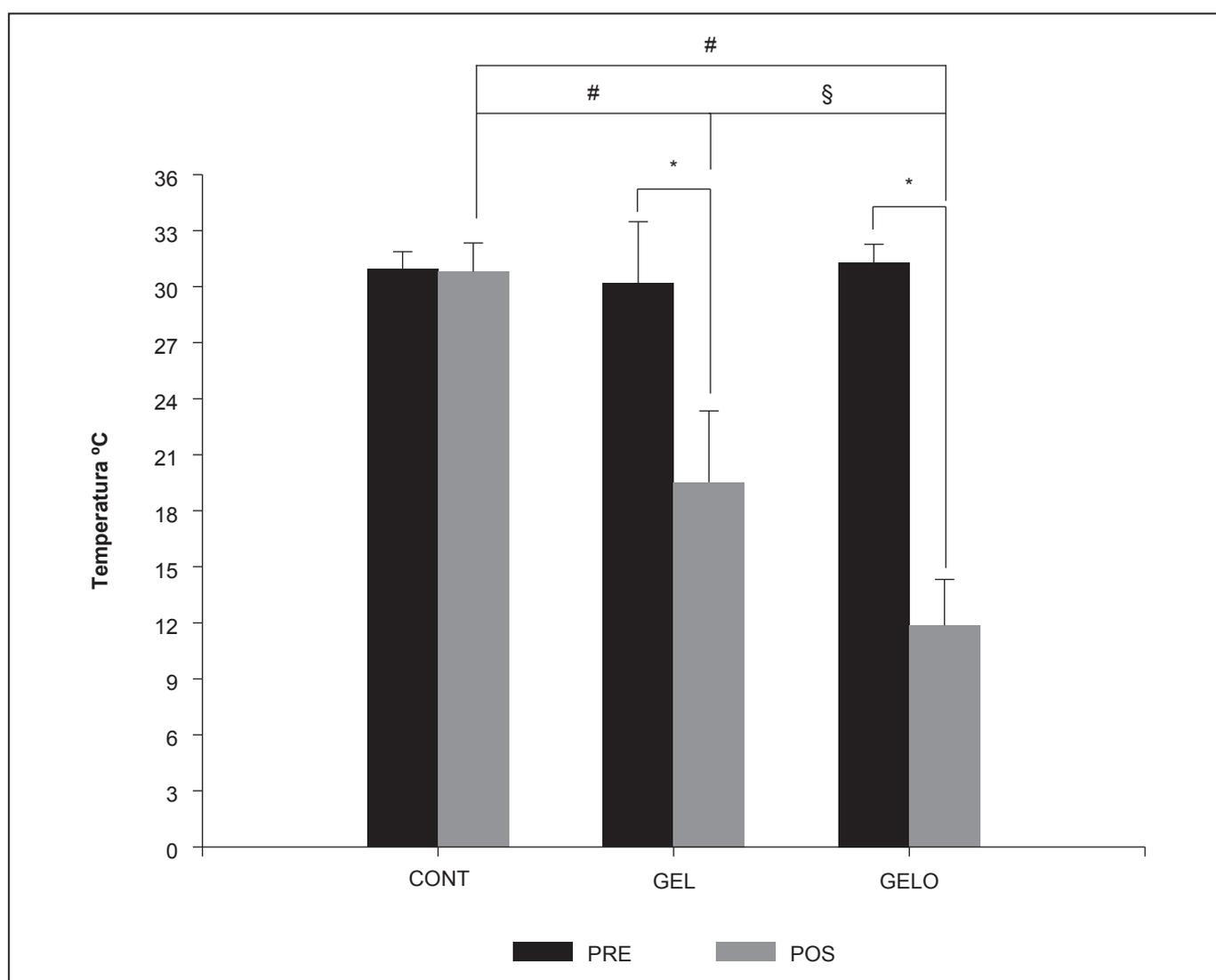
Para comparação dos valores da temperatura superficial local das medidas PRE e POS, em cada procedimento foi utilizado Anova, com medidas repetidas (três grupos x duas medidas), com *post hoc* de Bonferroni. Foi adotado o nível de significância de $p < 0,05$. A análise estatística foi efetuada no programa SPSS 17.0 for Windows (LEAD Technologies).

RESULTADOS

A análise estatística demonstrou efeito significativo para as medidas ($F_{1,9} = 548,34$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,984$), sendo observada redução significativa nos valores da medida temperatura POS, quando comparado à medida

PRE, para os procedimentos GEL e GELO ($p < 0,05$). Também foi observado efeito significativo para os grupos ($F_{2,18} = 81,13$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,900$) e interação significativa grupo x medida ($F_{2,18} = 70,88$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,887$), sendo identificada diferença significativa na medida POS, dos procedimentos GEL e GELO, quando comparados à medida POS do CONT, além de diferença entre os procedimentos GELO e GEL, em que houve maior redução da temperatura, quando aplicada crioterapia por meio de bolsa de gelo ($p < 0,05$). Todos os resultados são apresentados na figura 1.

Houve redução média de 33% na temperatura superficial, após aplicação da bolsa de gel, e de 62%, após aplicação de bolsa de gelo, enquanto a temperatura se manteve entre as medidas PRE e POS, no procedimento controle.



(*) Diferença significativa entre as medidas PRE e POS; (#) Diferença significativa entre os procedimentos GELO e GEL quando comparado ao procedimento CONT na medida POS; (§) Diferença significativa entre os procedimentos GELO e GEL na medida POS.

Figura 1: Média \pm Desvio padrão da temperatura (°C) local, antes (PRE), e imediatamente após (POS) 20 minutos de repouso (CONT), resfriamento local com bolsa de gel (GEL) e resfriamento local com bolsa de gelo (GELO)

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo comparar a capacidade de resfriamento superficial da pele, após a aplicação de duas modalidades diferentes de crioterapia (GELO e GEL), na região anterolateral de perna, sobre o ventre do músculo tibial anterior. Os resultados evidenciaram que ambas as formas de aplicação da crioterapia foram capazes de reduzir a temperatura superficial, contudo, somente a aplicação com bolsa de gelo alcançou os níveis de resfriamento necessários para se atingir os efeitos terapêuticos (i.e., temperaturas inferiores a 13 e 10 °C).

Nossos achados corroboram estudos prévios, como o de Merrick *et al.*,⁷ que aplicaram bolsa de gelo, bolsa de gelo umedecida, e bolsa de gel resfriada, durante 30 minutos, na região anterior da coxa, e identificaram que a bolsa de gelo e a bolsa de gelo umedecida foram capazes de induzir maior redução da temperatura superficial, do que a bolsa de gel. Belitsky *et al.*¹² também evidenciaram que a crioterapia por bolsa de gel é menos eficaz do que as outras modalidades de aplicação da crioterapia por bolsa de gelo, quando aplicado na região posterior da perna (i.e., sobre o ventre do músculo gastrocnêmio), contudo não foram alcançadas temperaturas inferiores a 13 °C, as quais são apontadas na literatura como necessárias para se obter efeitos terapêuticos.⁸⁻¹¹ A ausência de obtenção de uma faixa terapêutica de resfriamento, observada no estudo de Belitsky *et al.*,¹² pode ter ocorrido devido ao tempo de aplicação, que foi de 15 minutos, diferentemente do tempo de aplicação de 20 minutos, utilizado no presente estudo, o que evidencia a importância do tempo de aplicação para obtenção dos efeitos terapêuticos.

Outros achados, como os de Kanlayanaphotporn & Janwantanakul⁴, demonstram que a aplicação de bolsa de gel é menos eficaz do que a aplicação de bolsa de gelo, ou bolsa com mistura de água e álcool. Chesterton *et al.*¹³ perceberam que a aplicação de bolsa de gel resfriada é menos eficiente do que a aplicação de bolsa com ervilhas congeladas para gerar o resfriamento local da pele, quando esse é aplicado na região anterior da coxa (i.e., sobre o ventre do músculo reto femoral). A menor efetividade da bolsa de gel no resfriamento local pode ser explicada por suas propriedades termodinâmicas, visto que essa modalidade não sofre mudança de estado físico, e conseqüentemente absorve menos calor do que a pedra de gelo, que necessita de uma quantidade elevada de calor para passar do estado

sólido para líquido,^{1,7,13} o que induz maior resfriamento do corpo com o qual se encontra em contato.

Belitsky *et al.*¹² identificaram que o uso de bolsa de gelo, ou bolsa de gel, por 15 minutos, na região posterior da perna, não conseguem reduzir a temperatura superficial a valores inferiores a 16 °C, sendo sugerido pelos autores que o uso da crioterapia nas condições citadas (i.e., modalidades, local e duração da aplicação) podem não produzir os efeitos terapêuticos esperados. Já Chesterton *et al.*¹³ demonstraram que a aplicação de bolsas de ervilhas, congeladas por 20 minutos, na região anterior da coxa, é suficiente para resfriar até uma temperatura média de, 10 °C, o que atinge uma faixa de temperatura na qual são obtidos os efeitos terapêuticos, enquanto o resfriamento da mesma região, por 20 minutos, com bolsa de gel, não foi suficiente para atingir temperaturas terapêuticas. É importante notar que as áreas resfriadas foram diferentes, nos estudos citados, e em nosso estudo, o que pode limitar comparações, tendo em vista que a massa muscular e adiposa local pode influenciar a velocidade de resfriamento, devido às características isolantes do tecido adiposo e termogênicas do tecido muscular. Dessa maneira, sugere-se que estudos posteriores sejam desenvolvidos, buscando delinear o tempo necessário para se obter resfriamentos, dentro da faixa terapêutica de diferentes partes do corpo.

Clinicamente, a modalidade de crioterapia usada é escolhida segundo suas características, como eficácia, custo, facilidade de manuseio e preferência do profissional.¹³ Ambas as modalidades de crioterapia utilizadas no presente estudo são de fácil manuseio e custo acessível para a maioria da população, e em clínicas, estando a principal diferença na capacidade de resfriamento, o que influi diretamente em sua eficácia terapêutica.

CONCLUSÃO

Com este estudo é possível concluir que a temperatura superficial da pele é significativamente diminuída pela aplicação da bolsa de gelo, atingindo temperaturas que, segundo a literatura, são suficientes para se obter efeitos terapêuticos. Por outro lado, as compressas com bolsas de gel não se mostraram eficazes para alcançar os mesmos níveis de temperatura, quando aplicados por 20 minutos na região anterolateral da perna, dificultando a obtenção dos efeitos preconizados.

REFERÊNCIAS

1. Knight KL. Crioterapia no tratamento das lesões esportivas. Barueri: Ed. Manole, 2000.
2. Bleakley C, Mcdonough S, Maccauley 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 (1): 251-61.
3. Hubbard TJ, Aronson SL, Denegar CR. Does cryotherapy hasten return to participation? *J Athl Train.* 2004; 39 (1): 88-94.
4. Kanlayanaphotporn R, Janwantanakul P. Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86 (7): 1411-5.
5. Merrick MA, Knight KL, Ingersoll CD, Potteiger JA. The effects of ice and compression wraps on intramuscular temperatures at various depths. *J Athl Train.* 1993; 28 (3): 236-45.
6. Herrera E, Sandoval MC, Camargo DM, Salvini TF. Motor and sensory nerve conduction are affected differently by ice pack, ice massage, and cold water immersion. *Phys Ther.* 2010; 90 (4): 581-91.
7. Merrick AM, Jutte LS, Michael SE. Cold modalities with different thermodynamic properties produce different surface and intramuscular temperatures. *J Athl Train.* 2003; 38 (1): 28-33.
8. Bugaj R. The cooling, analgesic, and rewarming effects of ice massage on localized skin. *Phys Ther.* 1975; 55 (1): 11-9.
9. Knight KL. Effects of hypothermia on inflammation and swelling. *J Athl Train.* 1976; 11: 7-10.
10. Zachariassen KE. Hypothermia and cellular physiology. *Arctic Med Res.* 1991; 50 (6): 13-7.
11. McMeeken J, Murray L, Cocks S. Effects of cooling with simulated ice on skin temperature and nerve conduction velocity. *Aust J Phys.* 1984; 30: 111-4.
12. Belitsky RB, Odam SJ, Hubley-Kozey C. Evaluation of the effectiveness of wet ice, dry ice, and cryogen packs in reducing skin temperature. *Phys Ther.* 1987; 67 (7): 1080-4.
13. Chesterton LS, Foster NE, Ross L. Skin temperature response to cryotherapy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83 (4): 543-9.

Endereços para correspondência:**Mikhail Santos Cerqueira**

mikalsantosc@hotmail.com

Andréa Thiebaut

mikalsantosc@hotmail.com

Rafael Pereira

rafaelpaula@gmail.com

Luciano Garcia Pereira

mikalsantosc@hotmail.com