

Revisão

Critérios para eficácia clínica da crioterapia: implicações para o tratamento de traumas agudos

Assessment of clinical efficacy of cryotherapy: consequences for the treatment of acute traumas

Diana Cunha Costa Alves*, Michelle Alfenas da Silva Santana*, Michelle Martins Costa*, Natália Valadares Assunção*, Maria Emília de Abreu Chaves**, Angélica Rodrigues de Araújo, M.Sc.***

.....
*Fisioterapeuta graduada pela PUC Minas, **Fisioterapeuta, especialista em Fisioterapia Ortopédica e Esportiva - UFMG, ***Fisioterapeuta, Prof^a do curso de Fisioterapia da PUC Minas

Resumo

Crioterapia é um recurso comumente utilizado para tratamento de lesões agudas músculo-esqueléticas, principalmente as lesões relacionadas ao esporte. A praticidade e o baixo custo da crioterapia somada aos benefícios terapêuticos induzidos pela mesma tornaram-na um recurso bastante difundido na prática clínica fisioterápica, entretanto, tem sido utilizada de forma indiscriminada. Frente a isso, este estudo buscou esclarecer o papel da crioterapia no trauma agudo, a fim de embasar cientificamente a utilização desse recurso em tais situações e correlacionar as principais indicações terapêuticas da crioterapia no tratamento de traumas agudos aos objetivos, aos métodos, as técnicas de aplicação e aos resultados obtidos. Para realização deste estudo foram realizadas pesquisas em periódicos e livros da biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Campus Coração Eucarístico, e nas bases de dados Medline, PEDro, Pubmed e Scielo. Existem evidências da crioterapia para alívio de dor no pós-trauma imediato e possível influência da reação inflamatória aguda, entretanto, 75% dos estudos foram realizados em sujeitos saudáveis. Com base nesta revisão da literatura, sugere-se que os benefícios da crioterapia no trauma agudo estão relacionados principalmente ao controle algico e à prevenção e/ou diminuição da hipóxia secundária ao processo inflamatório.

Palavras-chave: crioterapia, resfriamento tecidual, dor, lesão aguda, lesão de tecido mole.

Abstract

Cryotherapy is a medical therapy commonly used to treat acute muscle-skeletal injuries, mainly sport-related injuries. Besides being practical and costing little the therapeutic benefits of cryotherapy are high. Consequently it has become largely used in physiotherapy, although sometimes indiscriminately. Therefore, the purpose of this study was to establish the role of cryotherapy in acute trauma in order to determine its use and its therapeutic indications associated to its objectives, methods, techniques applied and results achieved. Research used the periodicals and books in the library of the "Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais" (Catholic University of Minas Gerais), Campus Coração Eucarístico and Medline, PEDro, Pubmed and Scielo database. There are evidences that cryotherapy relieves immediate pain in post trauma situations and may improve acute inflammatory reactions. However around 75% of the publications involved healthy individuals. Based on this review of literature, cryotherapy benefits for acute trauma may be related mainly to pain relieving and to prevention and/or reduction of hypoxia caused by the inflammatory process.

Key-words: cryotherapy, tissue cooling, pain, acute injury, soft tissue injury.

Recebido 11 de julho de 2008; aceito 15 de outubro de 2008.

Endereço para correspondência: Angélica Rodrigues Araújo, Rua Castelo de Windsor, 475/302 Castelo 31330-180 Belo Horizonte MG, E-mail: angelica@bios.srv.br

Introdução

A crioterapia é um recurso cujos benefícios terapêuticos ocorrem em consequência a modificações fisiológicas induzidas pela queda da temperatura dos tecidos [1-3]. Dentre as principais respostas fisiológicas ao resfriamento tecidual, a literatura destaca a diminuição do fluxo sanguíneo [4], da taxa metabólica [2,4-6] e da velocidade de condução nervosa [6]. Essas têm sido comumente utilizadas como justificativas para a utilização da crioterapia no tratamento de lesões agudas músculo-esqueléticas [7,8], principalmente as lesões relacionadas ao esporte [4,6,9-13], e no pós-operatório de cirurgias ortopédicas [2,4,6,9,14].

Segundo a literatura, o uso da crioterapia pode diminuir o consumo de drogas analgésicas e antiinflamatórias [6,14] e o retorno precoce à função [13,14]. Tais fatos estão relacionados à capacidade da crioterapia em atuar no controle da dor [1-17], da lesão hipóxica secundária ao processo inflamatório [1,4,8,16], do edema [1,3-6,8,11,14,16,18] e do espasmo muscular [8,10,12].

Poucos efeitos colaterais têm sido relacionados à crioterapia; entretanto aplicações prolongadas, principalmente a temperaturas muito baixas, devem ser evitadas a fim de prevenir danos teciduais tais como ulcerações na pele e lesões de nervos periféricos [9].

Dentre as formas mais comuns de aplicação da crioterapia estão a bolsa de gelo [8,19], o spray químico [9,12,19], a submersão em água gelada [10,12] e as bolsas de criogel [9,10]. A praticidade e o baixo custo da maioria destas técnicas, somadas aos seus benefícios terapêuticos tornaram a crioterapia um recurso bastante difundido na prática clínica fisioterápica [4,6,9,12]. Tal fato, entretanto, favoreceu a sua utilização indiscriminada. Segundo Araújo [20], apesar da indicação e escolha do melhor método crioterápico estar diretamente relacionados ao objetivo da terapêutica e à localização do alvo, respectivamente, na prática isso nem sempre é o que acontece. O que se observa é que a indicação da crioterapia tem se baseado muito mais em evidências empíricas e, como consequência, os resultados encontrados nem sempre são consistentes, levantando dúvidas quanto ao real papel da crioterapia.

Frente a isso, este estudo buscou, por meio de uma revisão da literatura, esclarecer o papel da crioterapia no trauma agudo. Objetivou-se, especificamente, correlacionar as principais indicações terapêuticas da crioterapia no tratamento de traumas agudos aos objetivos, às técnicas de aplicação e aos resultados obtidos.

Materiais e métodos

O procedimento para a realização deste estudo constituiu-se de três etapas. Na primeira etapa realizou-se uma busca nas bases de dados Medline, PEDro, Pubmed e Scielo. Foram utilizadas como palavras-chave: crioterapia, terapia fria, gelo,

resfriamento tecidual, edema, dor, lesão de tecido mole, lesão aguda, nos idiomas inglês e português. Na segunda etapa, os artigos cujos títulos e resumos eram referentes ao tema “crioterapia em traumas agudos” foram selecionados. A terceira etapa constituiu-se da seleção do material, pela leitura na íntegra dos artigos previamente selecionados, a fim de se fazer uma análise crítica dos mesmos quanto à qualidade metodológica e adequação dos objetivos à metodologia e das conclusões aos objetivos.

Os critérios de inclusão foram artigos de revisão e experimentais realizados em humanos que abordassem questões teóricas e/ou práticas dos efeitos da crioterapia, com ênfase em traumas agudos. Somente os artigos experimentais foram submetidos às análises e os artigos de revisão foram utilizados como suporte para embasar a discussão. Foram excluídos estudos realizados em animais e aqueles que abordassem outras especialidades clínicas, tais como, oncologia, pediatria, odontologia e cardiologia.

A busca dos artigos foi feita priorizando as publicações dos últimos 10 anos. Entretanto, trabalhos considerados clássicos e de grande relevância na área, fora deste período, também foram considerados para revisão. Os resultados foram apresentados de forma descritiva, auxiliados por quadros.

Resultados

A partir da busca inicial, dos artigos nas bases de dados, foram encontrados 19.560 estudos, destes 175 foram incluídos através dos títulos e finalmente, após a leitura dos resumos, chegou-se a 24 estudos, sendo 5 de revisão e 19 experimentais.

Dos estudos incluídos nesta revisão ($n = 19$), somente 1 foi randomizado controlado duplo-cego [9], 5 foram randomizados controlados [8,15,19,21,23], 2 foram somente randomizados [4,11] e os demais foram ensaios experimentais sem randomização e grupo controle. A amostra dos estudos incluídos variou de 6 a 74 sujeitos (média = 24,6; DP = $\pm 18,9$), sendo que 15 estudos utilizaram sujeitos saudáveis, 5 utilizaram sujeitos saudáveis e fisicamente ativos e 4 utilizaram sujeitos com alguma lesão (3 articulares e 1 muscular).

No total, 9 modalidades crioterápicas diferentes foram utilizadas: bolsa de gelo (8), bolsa de gel (1), imersão em água gelada (4), cryo/cuff (3), gelo triturado (4), gel frio (1), gás hiperbárico (1), dispositivo de resfriamento por meio de controle eletrônico (1) e *frozen peas*. Dentre essas, a bolsa de gelo foi a modalidade mais comumente aplicada.

Dos estudos analisados, 6 aplicaram a modalidade terapêutica somente na superfície articular como ombro (1), joelho (5), tornozelo (5), 7 aplicaram somente sobre o tecido mole como quadríceps (4), gastrocnêmio (1) e tendão de Aquiles (1), e 6 aplicaram simultaneamente em ambas superfícies como mãos (1) e membros inferiores (2).

A frequência das aplicações variou de uma a quatro vezes por dia e o tempo variou de 2 minutos a 48 horas de acordo

com a modalidade e com a técnica utilizada no estudo (aplicação contínua ou intermitente). No estudo em que o gás hiperbárico foi utilizado como modalidade crioterápica [19], foi feita uma aplicação de apenas 2 minutos e no estudo em que o resfriamento foi promovido por um dispositivo eletrônico [4], realizou-se uma aplicação de 48 horas. Os demais estudos tiveram uma média de tempo de aplicação de 29,7 (DP \pm 26,7) minutos, exceto o estudo de Airaksinen *et al.* [9] que utilizou 5 g de gel frio, sendo que o mesmo permaneceu na pele até ser absorvido sem um tempo de aplicação pré-determinado.

Dos 19 estudos experimentais analisados, todos conseguiram alcançar os objetivos propostos. No quadro I, pode-se observar a relação entre os principais objetivos, os resultados encontrados e sua implicação clínica, em cada um dos trabalhos analisados. Nota-se que 31,6% (n = 6) dos estudos obtiveram resultados positivos em relação à implicação clínica [3,4,9,11,15,21] e 21,05% (n = 4) dos estudos objetivaram comparar modalidades crioterápicas [6,9,15,19,22]. Os demais estudos não relataram os seus efeitos sobre a implicação clínica e nenhum resultado negativo foi observado.

Quadro I - Relação dos objetivos dos estudos com os resultados obtidos e sua implicação clínica.

Autor/ano	Objetivo geral	Resultado	Implicação Clínica
Bailey <i>et al.</i> [11]	Avaliar o efeito da crioterapia nos sintomas de lesão muscular pós-exercício	Diminuição da dor muscular e do decréscimo da contração voluntária máxima.	Resposta positiva no alívio de dor aguda
Mourot <i>et al.</i> [19]	Comparar a mudança de temperatura da pele (bolsa de gelo/gás hiperbárico)	Gás hiperbárico foi mais efetivo na redução da temperatura	Possível influência na reação inflamatória aguda no pós-trauma imediato
Bleaklwy <i>et al.</i> [15]	Comparar bolsa de gelo intermitente e bolsa de gelo contínua e seus efeitos no em lesão aguda de tecido mole	Protocolo intermitente foi superior ao protocolo contínuo para alívio de dor	Resposta positiva no alívio de dor.
Knobloch <i>et al.</i> [3]	Avaliar o efeito do cry/cuff no tecido do tendão de Aquiles	Diminuição do fluxo sanguíneo, manutenção da saturação de O ₂ e facilitação do fluxo fora do capilar venoso	Possível controle da reação inflamatória aguda
Palmieri <i>et al.</i> [8]	Verificar o efeito da bolsa de gelo na diminuição da temperatura corporal. central	Diminuição da temperatura somente local	Possível influência na reação inflamatória aguda no pós-trauma imediato (efeito local)
Martin <i>et al.</i> [14]	Avaliar declínio da temperatura intrarticular com cryo/cuff	Houve diminuição significativa da temperatura intrarticular	Possível influência na reação inflamatória aguda no pós-trauma imediato
Warren <i>et al.</i> [6]	Comprovar que não há diferença na temperatura intrarticular com aplicação de gelo triturado e cryo/cuff	O gelo foi mais eficaz no declínio da temperatura intrarticular	Possível influência na reação inflamatória aguda no pós-trauma imediato
Wassinger <i>et al.</i> [28]	Determinar os efeitos da crioterapia na propriocepção	Diminuição na propriocepção e na exatidão do jogo	-
Long <i>et al.</i> [25]	Efeito da crioterapia associada ao exercício antes da aplicação	O exercício reforçou a remoção de calor intramuscular	-
Airaksinen <i>et al.</i> [9]	Comparar eficácia de gel frio e placebo em lesão de tecido mole	Gel frio causou alívio de dor e resultou em reabilitação mais rápida	Resposta positiva no alívio de dor e na recuperação funcional
Enwemwka <i>et al.</i> [12]	Elucidar o gradiente térmico do tecido mole e como ele é resfriado durante a crioterapia	Mudanças significativas na temperatura superficial. cutânea e subcutânea até 2cm, retornando o gradiente térmico após o tratamento	Possível influência na reação inflamatória aguda no pós-trauma imediato
Kennet <i>et al.</i> [22]	Comparar 4 agentes crioterápicos na eficiência do resfriamento	Bolsa de gelo e imersão em água gelada foram mais eficientes no resfriamento e mantiveram a redução da temperatura pós-aplicação	Possível influência na reação inflamatória aguda no pós-trauma imediato

Autor/ano	Objetivo geral	Resultado	Implicação Clínica
Rubley <i>et al.</i> [26]	Determinar os efeitos da crioterapia na sensação de pressão, discriminação de 2 pontos e a força isométrica submáxima (FIS)	Não aumentou a FIS, diminuiu a sensação de pressão e discriminação de 2 pontos	Possível influência na percepção da dor no pós-trauma imediato
Jansky <i>et al.</i> [24]	Verificar se o efeito da imersão em água gelada abaixo dos joelhos gera alterações sistêmicas	Gera adaptação local, e não sistêmica	Efeito somente local
Richendollar <i>et al.</i> [23]	Examinar os efeitos da bolsa de gelo sobre o quadríceps no desempenho físico	Diminuição do desempenho físico	–
Tremblay <i>et al.</i> [27]	Observar o efeito da toalha com gelo triturado na propriocepção	Houve diminuição da sensação tátil e não alterou a propriocepção articular	Possível influência no controle da dor no pós-trauma imediato
Myrer <i>et al.</i> [7]	Invertigar a relação do tecido adiposo com a mudança da temperatura intramuscular após aplicação de bolsa de gelo	O tecido adiposo é um fator limitante na mudança da temperatura intramuscular	–
Hopkins <i>et al.</i> [21]	Verificar efeito da crioterapia nas mudanças no recrutamento muscular e função articular do joelho após efusão articular	Não houve mudanças no recrutamento muscular e a crioterapia auxiliou na recuperação de lesões neuromusculares após lesão articular	Resposta positiva na recuperação de lesões neuromusculares após lesão articular
Ohkoshi <i>et al.</i> [4]	Verificar o efeito da crioterapia na temperatura intrarticular e seus efeitos após reconstrução de LCA	Induziu diminuição da temperatura intrarticular e foi eficaz para alívio de dor e diminuição do fluxo sanguíneo pós-operatório	Resposta positiva no alívio de dor e possível atenuação da resposta inflamatória

Dentre os estudos que objetivaram comparar as modalidades crioterápicas, foi percebido que o gelo triturado e a imersão em água gelada foram superiores à bolsa de gel e o *frozen peas*, quanto à eficiência do resfriamento e a manutenção da temperatura pós-aplicação. O gás hiperbárico foi superior à bolsa de gelo em relação à diminuição da temperatura da

pele para níveis terapêuticos. A aplicação de bolsa de gelo intermitente foi superior à aplicação contínua em relação à diminuição da dor. E, finalmente, o gelo triturado foi superior ao *cryo/cuff* em relação à diminuição da temperatura, apesar de ter demonstrado resultados mais elevados em escores de dor. Estes resultados estão no Quadro II.

Quadro II – Modalidades crioterápicas utilizadas nos estudos e resultados obtidos.

Autor/ano	Objetivo	Modalidade	Resultado
Kennet <i>et al.</i> [22]	Comparar 4 agentes crioterápicos na eficiência do resfriamento	Gelo triturado X Bolsa de gelo X Frozen peas X Imersão em água gelada	Bolsa de gelo e imersão em água gelada foram mais eficientes no resfriamento e mantiveram a redução da temperatura pós-aplicação
Mourot <i>et al.</i> [19]	Comparar a mudança de temperatura da pele (bolsa de gelo/gás hiperbárico)	Gás hiperbárico X Bolsa de gelo	Gás hiperbárico foi mais efetivo na redução da temperatura
Bleaklwy <i>et al.</i> [15]	Comparar bolsa de gelo intermitente e bolsa de gelo contínua e seus efeitos no em lesão aguda de tecido mole	Bolsa de gelo intermitente X Bolsa de gelo contínua	Protocolo intermitente foi superior ao protocolo contínuo para alívio de dor
Warren <i>et al.</i> [6]	Comprovar que não há diferença na temperatura intrarticular com aplicação de gelo triturado e <i>cryo/cuff</i>	Gelo triturado X <i>Cryo-cuff</i>	O gelo foi mais eficaz no declínio da temperatura intrarticular

Discussão

Características dos estudos

Dos estudos incluídos nesta revisão ($n = 19$), apenas 8 eram randomizados [4,8,9,11,15,19,21,23] e destes somente 1 era randomizado controlado duplo-cego [9] e os demais estudos ($n = 11$) foram ensaios experimentais sem randomização e grupo controle. Segundo Medeiros *et al.* [29] ensaios clínicos controlados são desenhos considerados padrão ouro para avaliar a eficácia e a efetividade de tratamentos, principalmente se o processo de alocação dos pacientes for por randomização e o estudo for, pelo menos, duplo-cego. Esta discrepância entre a quantidade de estudos experimentais versus estudos randomizados, talvez se deva a diferença de objetivos a serem investigados entre os estudos. Pode-se perceber que a maioria dos trabalhos buscou avaliar as mudanças de temperatura induzidas pela crioterapia [4,6,7,8,12,14,19,22] e os efeitos fisiológicos induzidos pela mesma [3,23-28]. Poucos foram os estudos [4,9,11,15,21] que realmente avaliaram a eficácia e/ou efetividade clínica. Uma vez que a maioria dos resultados dos ensaios experimentais mostrou-se favorável à crioterapia, talvez o pequeno número de estudos randomizados controlados e duplo-cego encontrado nesta revisão se deva à maior dificuldade de se realizar experimentos dessa natureza [2].

Driusso *et al.* [30] também relatam a importância do tamanho da amostra na análise e na interpretação dos resultados de estudos experimentais randomizados ou não. A média do tamanho da amostra dos estudos incluídos neste trabalho foi 24,6 (DP $\pm 18,9$), mínima de 6 [24,25] e máxima de 74 [9], o que pode ser considerada, segundo o mesmo autor, relativamente pequena, para se realizar possíveis extrapolações dos resultados a outros grupos de indivíduos.

Outro dado importante observado na análise dos estudos desta revisão refere-se à característica das amostras. Apesar da crioterapia ser um recurso amplamente utilizado no manejo de lesões agudas [2,5,6,8,13], foi possível observar que dos 19 estudos experimentais analisados, apenas 5 [4,9,11,15,21] aplicaram crioterapia em indivíduos com alguma lesão. A maioria dos artigos ($n=14$) [3,6,7,8,12,14,19,22-28] analisou os efeitos da crioterapia em indivíduos saudáveis.

Efeitos induzidos pela crioterapia

Respostas positivas no alívio de dor foram as mais comumente observadas nos estudos analisados. Segundo Rubley *et al.* [26] e Tremblay *et al.* [27] os benefícios da crioterapia no controle da dor se devem à redução da velocidade de condução nervosa e à alteração da sensibilidade tátil induzidas pela diminuição da temperatura.

Em relação ao edema, um dos principais sinais inflamatórios presentes no pós-trauma imediato e alvo constante de aplicação clínica da crioterapia; pode-se perceber nos estudos avaliados, importantes falhas metodológicas. Somente no es-

tudo realizado por Bleakley *et al.* [15] houve a utilização de um instrumento (fita métrica) para se verificar quantitativamente o efeito da crioterapia sobre o edema. Entretanto, apesar desse estudo ter observado resultados positivos da crioterapia sobre o edema, a ausência de um grupo controle e o tempo no qual o edema foi mensurado (4 dias após aplicação da modalidade crioterápica), inviabiliza uma tomada de decisão quanto a real eficácia desse recurso no controle e/ou redução do edema.

Dentre os estudos realizados em sujeitos saudáveis, foi demonstrado com nível de significância estatística que a crioterapia é capaz de reduzir a temperatura cutânea local. [6,8,12,14] como também a temperatura de tecido mais profundo [12]. A redução do fluxo sanguíneo, manutenção da saturação de O_2 e facilitação do fluxo fora do capilar venoso, também foram observadas no estudo realizado por Knobloch *et al.* [3].

Segundo Guirro *et al.* [5] esses efeitos induzidos pela crioterapia poderiam atuar benéficamente no controle dos sinais e sintomas inerentes ao trauma agudo, principalmente no controle da lesão da hipóxia secundária. O resfriamento induzido pela crioterapia no pós-trauma imediato levaria a uma diminuição do metabolismo celular, proporcionando à célula um menor consumo de O_2 . Tal fato favoreceria maior resistência à períodos de isquemia e/ou diminuição parcial da circulação induzidos pela lesão, minimizando os efeitos da hipóxia secundária e, conseqüentemente, a morte celular [5].

Entretanto, apesar dos estudos apontarem efeitos na redução dos malefícios da hipóxia secundária, tal fato deixa margem de dúvidas quanto à possibilidade de ocorrência dos benefícios da crioterapia, encontrados nesses estudos em situações de lesões cujas condições fisiológicas diferem de uma situação de não lesão.

Temperatura

Segundo Kerr *et al.* [31] os efeitos fisiológicos e terapêuticos da crioterapia são dependentes da temperatura tecidual que deve ser resfriada a uma faixa de 10°C a 20°C . Nos estudos realizados por Enwemeka *et al.* [12] e Martin *et al.* [14], apesar dos relatos de diminuição da temperatura com a crioterapia, a temperatura atingida pelos tecidos não foi especificada. No estudo de Mourot *et al.* [19] foi observado que com a aplicação de bolsa de gelo, a temperatura na superfície chegou a $13,6^\circ\text{C}$ em 6 sujeitos ficando abaixo de $12,5^\circ\text{C}$ e 11°C em 2 dos 12 sujeitos após 15 minutos de aplicação. Isso sugere que a bolsa de gelo pode ser uma modalidade crioterápica positiva para alívio de dor, considerando que uma temperatura da pele abaixo de 20°C é requerida para induzir analgesia local. [31].

Para que ocorra variação na temperatura da pele e dos tecidos subjacentes de uma determinada região do corpo, e conseqüentes efeitos terapêuticos da crioterapia, são fundamentais a adequação da modalidade crioterápica utilizada e do tempo de aplicação à região e tecido alvo [7,9]. A adequação

da técnica crioterápica também é importante a fim de se prevenir efeitos deletérios, tais como, ulcerações na pele e lesões de nervos periféricos [31]. A escolha da técnica está relacionada ao objetivo terapêutico e a efetividade da modalidade depende de vários fatores, como massa relativa dos corpos, tamanho da área de contato, diferença nas temperaturas iniciais e capacidade de calor específico de cada material. [19,20].

Tempo de aplicação

Nos estudos analisados, o tempo de aplicação do recurso crioterápico variou de 2 minutos a 48 horas, fato que se justifica pelas técnicas utilizadas e os objetivos pleiteados.

Bleakley *et al.* [2] relatam em sua revisão sistemática que as recomendações do tempo de aplicação da crioterapia variam de 10 a 20 minutos, de 20 a 30 minutos, ou de 30 a 45 minutos. Os estudos que utilizaram bolsa de gelo e gelo triturado mantiveram um tempo de aplicação entre 20 e 40 minutos, como previamente descritos pela literatura [2,31]. Para aplicações acima de 20 minutos é necessário que haja troca das compressas para que não ocorra equilíbrio térmico entre o tecido e a modalidade de resfriamento e, dessa forma, alcançar o objetivo terapêutico. Possivelmente, tal fato pode justificar o resultado do estudo de Bleakley *et al.* [15] que observaram que a aplicação intermitente de bolsa de gelo reduziu significativamente a dor subjetiva uma semana pós-lesão, comparada com o protocolo padrão de aplicação de bolsa de gelo contínua.

Em aplicações que utilizam sprays evaporadores, como o gás hiperbárico [19], o tempo para se atingir um resfriamento tecidual, é menor, ou seja, cerca de 2 minutos. Segundo Mourrot *et al.* [19] esse menor tempo se deve à maior capacidade de abstração de calor gerada pelo gás hiperbárico, e é efetivo para induzir a analgesia local.

Myrer *et al.* [7] utilizaram gelo triturado por 20 minutos sobre o tríceps sural, com objetivo de investigar a relação entre a quantidade sobrejacente de tecido adiposo e a mudança na temperatura intrarticular. Os autores observaram que quanto maior a espessura da camada adiposa, menor a transferência de calor entre os tecidos, deixando clara a importância da mensuração da camada adiposa ao se estudar os efeitos da crioterapia em determinado tecido. Áreas com mais de 2 cm de gordura subcutânea podem requerer aplicações mais longas (30 min), uma vez que, segundo a literatura [31], 10 minutos de aplicação não produzem nenhum efeito do resfriamento muscular nessas circunstâncias.

Modalidades e técnicas crioterápicas

Kennet *et al.* [22] compararam 4 modalidades crioterápicas (gelo triturado, bolsa de gel, *frozen peas*, imersão em água gelada) com o objetivo de determinar qual delas providenciaria a melhor eficiência no resfriamento após 20 minutos de aplicação no tornozelo direito. A imersão em água gelada e o

gelo triturado obtiveram a melhor eficiência no resfriamento e sustentou uma diminuição na temperatura da superfície da pele pós-aplicação. Este achado reforça a afirmação de Andrews [10], indicando que estes agentes são potencialmente os mais benéficos clinicamente para extremidades distais e pequenas áreas de tratamento, respectivamente.

Dentre os estudos revisados, foi observado que diferentes técnicas crioterápicas foram utilizadas a fim de resfriar o mesmo tecido alvo, como por exemplo, bolsa de gelo por 30 minutos, cryo/cuff por 1 hora, cryo/cuff por 2 horas, gelo triturado por 1 hora e dispositivo de resfriamento eletrônico por 48 horas, aplicado sobre o joelho com o intuito de promover remoção de calor intrarticular. Apesar das diferentes técnicas de aplicação sobre o mesmo tecido, os autores encontraram declínio significativo da temperatura intrarticular do joelho. Isso pode ser devido ao fato da articulação do joelho ser uma área relativamente pequena, com pouca quantidade de tecido muscular e tecido adiposo e, conseqüentemente, de fácil remoção de calor. A variação do tempo de aplicação pode ser justificada pelas diferentes condições e localização do tecido em cada estudo. Por exemplo, no estudo de Ohkoshi *et al.* [4] e Martin *et al.* [14] a utilização da modalidade crioterápica por um tempo mais prolongado pode ser decorrente da presença dos sinais inflamatórios no pós-operatório, tais como edema, aumento do metabolismo e da temperatura, e da maior espessura da camada protetora, que são fatores que diminuem a velocidade de transferência de energia.

Foi observado que as modalidades crioterápicas utilizadas foram adequadas ao tecido alvo e ao objetivo proposto, exceto nos estudos de Bailey *et al.* [11] que teve como objetivo avaliar o efeito de uma única aplicação de crioterapia na recuperação de um período de exercício de corrida intermitente. Nesse estudo que utilizou a técnica de imersão em água gelada dos membros inferiores até as cristas ilíacas, apesar de ter demonstrado resultado satisfatório, o fato de abranger uma área maior do que a área alvo aumenta os riscos de efeitos colaterais da técnica [10].

Fica claro, portanto, que apesar do grande número de estudos sobre crioterapia presentes na literatura, a pequena quantidade de ensaios clínicos randomizados e controlados e a presença de falhas metodológicas observadas em alguns estudos experimentais dificultam o estabelecimento do real papel da crioterapia no trauma agudo. Entretanto, os benefícios fisiológicos averiguados sugerem que esta modalidade possa realmente ser benéfica no controle de sinais e sintomas inflamatórios, principalmente no que se refere à lesão por hipóxia secundária, e controle da dor.

Conclusão

A revisão da literatura realizada sugere que os benefícios da crioterapia no trauma agudo estão relacionados principalmente ao controle algico e à prevenção e/ou diminuição da hipóxia secundária ao processo inflamatório. A adequação do

método e técnicas crioterápicas à região de tratamento, ao tecido alvo e aos objetivos da terapêutica são imprescindíveis ao sucesso da crioterapia.

Referências

1. Knight KL. Crioterapia no tratamento das lesões esportivas. São Paulo: Manole; 2000. p. 3-5.
2. Bleakley CM, McDonough SM, Macauley DC. 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. Knobloch K, Grasmann R, Jagodzinski M, Richter M, Zeichen J, Krettek C. Change of Achilles midportion tendon microcirculation after repetitive simultaneous cryotherapy and compression using a cryo/cuff. *Am J Sports Med* 2006;34(12):1953-59.
4. Ohkoshi Y, Ohkoshi M, Nagasaki S, Ono A, Hashimoto T, Yamane S. The effect of cryotherapy on intraarticular temperature and postoperative care after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1999; 27(3): 357-62.
5. Guirro R, Adib C, Máximo C. Os Efeitos fisiológicos da Crioterapia: uma revisão. *Rev Fisioter Univ São Paulo* 1999;6(2):164-70.
6. Warren TA, McCarty EC, Richardson AL, Michener T, Spindler KP. Intra-articular knee temperature changes: ice versus cryotherapy device. *Am J Sports Med* 2004;32(2):441-45.
7. Myrer JW, Myrer KA, Measom GJ, Fellingham GW, Evers AL. Muscle temperature is affected by overlying adipose when cryotherapy is administered. *J Athl Train* 2001;36(1):32-6.
8. Palmieri RM, Garrison JC, Leonard JL, Edwards JE, Weltman A, Ingersoll CD. Peripheral ankle cooling and core body temperature. *J Athl Train* 2006;41(2):185-88.
9. Airaksinen OV, Kyrklund N, Latvala K, Kouri JP, Grönblad M, Kolari P. Efficacy of cold gel for soft tissue injuries: a prospective randomized double-blinded trial. *Am J Sports Med* 2003;31(5):680-84.
10. Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. Reabilitação física das lesões desportivas. 2ª.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. p. 61-67.
11. Bailey DM et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *J Sports Sci* 2007;25(11):1163-70.
12. 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(1):45-50.
13. Hubbard TJ, Aronson L, Denegar CR. Does cryotherapy hasten return to participation? a systematic review. *J Athl Train* 2004;39(1):88-94.
14. Martin SS, Spindler KP, Tarter JW, Detwiler K, Petersen H. Cryotherapy: an effective modality for decreasing intraarticular temperature after knee arthroscopy. *Am J Sports Med* 2001;29(3):288-91.
15. Bleakley CM, McDonough SM, MacAuley DC. Cryotherapy for acute ankle sprains: a randomised controlled study of two different icing protocols. *Br J Sports Med* 2006;40:700-05.
16. Bleakley CM, Connor SO, Tully MA, Rocke LG, MacAuley DC, McDonough SM. The PRICE (Protection Rest Ice Compression Elevation): design of a randomized controlled trial comparing standard versus cryokinetic ice applications in the management of acute ankle sprain. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2007;8:125.
17. Hubbard TJ, Denegar CR. Does cryotherapy improve outcomes with soft tissue injury? *J Athl Train* 2004;39(3):278-79.
18. Chaves MEA, Araújo AR, Brandão PF. O papel da crioterapia na inflamação e edema. *Fisioter Bras* 2008;9(2):130-34.
19. Mourot L, Cluzeau C, Regnard J. Hyperbaric gaseous cryotherapy: effects on skin temperature and systemic vasoconstriction. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1339-43.
20. Araújo AR, Pinott M, Faleiros RR. Transferência de calor em articulações sinoviais durante processos de aquecimento e resfriamento articular: um estudo piloto [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2006.
21. Hopkins JT. Knee joint effusion and cryotherapy alter lower chain kinetics and muscle activity. *J Athl Train* 2006;41(2):177-84.
22. Kennet J, Hardaker N, Hobbs S, Self J. cooling efficiency of 4 common cryotherapeutic agents. *J Athl Train* 2007;42(3):343-48.
23. Richendollar ML, Darby L, Brown TM. Ice bag application, active warm-up, and 3 measures of maximal functional performance. *J Athl Train* 2006;41(4):364-70.
24. Jansky L et al. Thermal, cardiac and adrenergic responses to repeated local cooling. *Physiol Res* 2006;55(5):543-49.
25. Long BC, Cordova ML, Brucker JB, Demchak TJ, Stone MB. Exercise and quadriceps muscle cooling time. *J Athl Train* 2005;40(4):260-63.
26. Rubley MD, Denegar CR, Buckley WE, Newell KM. Cryotherapy, sensation, and isometric-force variability. *J Athl Train* 2003; 38(2): 113-19.
27. Tremblay F, Estephan L, Legendre M, Sulpher S. Influence of local cooling on proprioceptive acuity in the quadriceps muscle. *J Athl Train* 2001;36(2):119-23.
28. Wassinger CA, Myers JB, Gatti JM, Conley KM, Lephart SM. Proprioception and throwing accuracy in the dominant shoulder after cryotherapy. *J Athl Train* 2007;42(1):84-9.
29. Medeiros MMC, Ferraz M. Pergunta principal do estudo/conceitos básicos em epidemiologia clínica/ tipos de desenhos de estudo. *Rev Bras Reumatol* 1998;38(2):109-14.
30. Driusso P, Gomes AZ, Rodrigues SA, Rennó ACM, Oishi J. Tamanho da amostra. [citado 2008 mai 21]. Disponível em URL: <http://www.propg.ufscar.br/publica/4jc/ixcic/UFSCar/Saude/588-driusso.htm>.
31. Kerr K, Daley L, Booth L, Stark J. Association of chartered physiotherapists in sports medicine. [Guidelines]. Chartered Society of Physiotherapy; 1998.