

ARTIGO DE REVISÃO

OS EFEITOS FISIOLÓGICOS DA CRIOTERAPIA: UMA REVISÃO

THE PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF CRYOTHERAPY: A REVIEW

Rinaldo Guirro*, Carla Abib**, Carla Máximo**

Guirro, R., Abib, C., Máximo, C. Os efeitos fisiológicos da crioterapia: uma revisão. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*, v.6, n.2, p.164-70, jul./dez., 1999.

RESUMO: A crioterapia é um método utilizado há mais de 100 anos para o tratamento das diversas patologias. Atualmente, é usado pela maioria dos fisioterapeutas nas clínicas de reabilitação, principalmente no tratamento de disfunções neurológicas e traumáticas. Por ser um recurso barato, de fácil acesso e por não apresentar efeitos colaterais, é utilizado também pela medicina popular. O seu largo espectro de ação nos permite o tratamento de lesões traumático-ortopédicas agudas, linfáticas assim como de queimaduras, objetivando a redução do edema, a diminuição da dor, a prevenção da hipóxia secundária e a diminuição de contraturas, proporcionando uma reabilitação mais rápida do indivíduo. A sua indicação para lesões neurológicas centrais está embasada na diminuição da espasticidade muscular. Pode ser utilizada também nas cirurgias com o intuito da diminuição do uso de medicamentos e das complicações pós-operatórias. Visando resumir os estudos encontrados sobre a crioterapia, foi realizado um levantamento nos bancos de dados MEDLINE e LILACS, no site da internet, bem como no sistema COMUT. Foram analisadas as informações dos últimos trinta anos e alguns periódicos que se mostraram importantes da década de 40. Este artigo tem como propósito ressaltar os efeitos terapêuticos da crioterapia nos diferentes sistemas, a fim de minimizar as controvérsias existentes. A revisão aqui apresentada demonstra que este recurso é eficaz, sua ação está bem apoiada nas respostas fisiológicas, sendo utilizada no tratamento de um grande número de patologias.

DESCRITORES: Crioterapia, métodos. Fisioterapia. Edema, reabilitação. Dor, reabilitação. Fisiologia musculoesquelética.

INTRODUÇÃO

A crioterapia é um tema bastante discutido, que apresenta-se como um recurso terapêutico valioso, mas com pouco embasamento teórico por parte da maioria dos fisioterapeutas. Tendo como base esta premissa, foi

realizado um levantamento bibliográfico na Universidade Metodista de Piracicaba, o qual incluiu bancos de dados (MEDLINE, LILACS) e site da internet (Altavista), bem como o sistema COMUT. Foram levantadas as informações dos últimos trinta anos e

* Professor do Curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba.

** Fisioterapeutas graduadas pela Universidade Metodista de Piracicaba.

Endereço para correspondência: Rinaldo Guirro. Curso de Fisioterapia da Faculdade de Ciências da Saúde, UNIMEP. Rodovia do Açúcar, Km 156. 13.400-901 - Piracicaba, SP. e-mail: rjguirro@unimep.br

alguns periódicos que se mostraram importantes da década de 40, tendo como palavras-chave os termos: crioterapia, fisioterapia, gelo, músculo-esquelético, metabolismo e edema. O material foi fichado, ressaltando as informações consideradas de relevância, de forma a abranger e registrar o seu conteúdo. Uma vez fichado e organizado por assunto (metabolismo, circulação, sistema nervoso periférico e músculo-esquelético), o material foi utilizado para a redação do artigo, onde pôde-se cruzar e explorar as idéias dos diversos autores.

Os resultados da crioterapia sobre os sistemas vascular, músculo-esquelético e nervoso são bastante satisfatórios, uma vez que todos geram respostas frente a este estímulo. Os temas são apresentados separadamente para que se tenha uma visão da ação específica da crioterapia em um determinado sistema. No entanto, devemos lembrar que, quando da aplicação do gelo sobre um determinado segmento corpóreo ou patologia específica, as ações envolvem todos os sistemas simultaneamente.

METABOLISMO

O centro responsável pelo controle da temperatura corpórea localiza-se na região pré-óptica do hipotálamo anterior¹⁵. A diminuição da temperatura é a primeira resposta fisiológica do organismo ao resfriamento, ocorrendo de forma localizada e imediatamente após a aplicação do gelo.

O resfriamento local leva a uma diminuição do metabolismo celular, proporcionando à célula um menor consumo de oxigênio³, sobrevivendo por um maior período de isquemia ou de diminuição parcial da circulação²², evitando assim a hipóxia secundária e conseqüentemente a morte celular. Torna-se menor, desta forma, a extensão do tecido lesado, diminuindo as proteínas livres e a pressão oncótica do tecido, reduzindo assim o edema⁴¹. Segundo pesquisa realizada por Blair³ em cachorros, o consumo de oxigênio varia de acordo com a diminuição da temperatura. Em 37°C uma célula apresenta um consumo máximo de oxigênio (100%), sendo que a 15°C a sua necessidade reduz a 10%. Com relação ao CO₂, um dos mais importantes metabólitos do organismo, sofrerá alterações que tornarão escassa sua concentração, levando a um aumento do tônus vascular e, conseqüentemente, diminuindo o seu diâmetro, havendo assim uma vasoconstrição. Na revisão

apresentada por Monteiro-Pedro³⁹ a redução da produção de metabólitos, após a aplicação do gelo, é descrita em muitos estudos.

A aplicação do gelo promove a estimulação dos receptores térmicos²⁰, que utilizam a via espino-talâmico lateral, uma das quais transmite os estímulos dolorosos. Segundo Knight²¹, o resfriamento faz com que ocorra um aumento na duração do potencial de ação dos nervos sensoriais e, conseqüentemente, um aumento do período refratário, acarretando uma diminuição na quantidade de fibras que irão despolarizar no mesmo período de tempo. Conclui-se então que ocorre uma diminuição na frequência de transmissão do impulso e naturalmente na sensibilidade dolorosa. A aplicação do gelo faz com que aumente o limiar de excitação das células nervosas em função do tempo de aplicação, ou seja, quanto maior o tempo, menor a transmissão dos impulsos relacionados a temperatura, o que pode gerar analgesia ou diminuição da dor.

Após um trauma, inflamação ou degeneração de partes moles, as células mesenquimatosas indiferenciadas tendem a migrar para o local do trauma e se diferenciam de forma gradual em fibroblastos. Estes deslocam-se ao longo das camadas de fibrina, multiplicam-se e desenvolvem organelas que produzem colágeno⁴. As fibras de colágeno recém-formadas vão se distribuir de forma aleatória no tecido conjuntivo frouxo. Caso este colágeno tenha uma maior síntese do que degradação, resultará em fibrose, já que seu metabolismo consiste em degradações e sínteses contínuas¹⁶. No trauma e na inflamação, a terapia com gelo atua prevenindo o extravasamento sangüíneo, levando a uma menor quantidade de fibrinas e a uma menor síntese de colágeno, minimizando assim a aderência. Uma vez que a imobilização pós-trauma também contribui para o aumento da síntese de colágeno, o gelo pode atuar diminuindo o tempo de imobilização.

Na artrite reumatóide, a enzima colagenase é liberada por leucócitos polimorfonucleares, que destroem o colágeno na cartilagem articular, aumentando assim a sua degeneração¹⁶. Já se demonstrou que a articulação inflamada apresenta uma temperatura entre 34 e 37°C, diferente da temperatura articular normal, que oscila entre 30,5 e 33°C¹⁹. As colagenases articulares tornam-se, em média, quatro vezes mais ativas quando a temperatura sobe para 36°C em relação a 33°C e 2,9 vezes mais ativas em 39°C em relação a 37°C³². A aplicação de compressas frias, por mais de 10 minutos, podem reduzir a temperatura articular em 2 ou 3°C¹⁸.

Harris e McCroskery¹⁷ aplicaram colagenase sinovial em articulações de cachorros com diferentes temperaturas e observaram que nas temperaturas baixas a degradação do colágeno foi consideravelmente menor, sendo que a 36°C foi de aproximadamente 40%; em 33°C foi de 10% e em 30°C foi menor que 5%, quando a quantidade de colagenase sinovial foi máxima. O frio afeta negativamente outra enzima de degradação similar a colagenase, a lisossoma, que também está envolvida no processo inflamatório¹⁰.

Segundo Monteiro-Pedro et al.⁴⁰ a aplicação de gelo associada a elevação da pata por uma hora reduziu o edema induzido pelo dextrano na pata posterior do rato. A autora conclui que a elevação provavelmente diminuiu a pressão hidrostática capilar e aumentou a drenagem linfática, ao passo que a crioterapia produziu vasoconstrição, reduziu o metabolismo, bem como, a liberação e a ação da histamina nas junções endoteliais.

Um detalhe que chama a atenção de muitos profissionais é o aspecto de eritema cutâneo formado após a aplicação do gelo. Para Collins⁷ a cor vermelha brilhante surge em decorrência da presença de oxiemoglobina e de menos hemoglobina reduzida no sangue. Segundo o autor, isto acontece, pois em baixas temperaturas, ocorre um desvio na curva de dissociação do oxigênio, como resultado da dissociação da oxiemoglobina ser mais lenta.

SISTEMA VASCULAR

A crioterapia diminui a dor, o edema^{1,44}, a resposta inflamatória, e as perturbações circulatórias⁴³.

Uma das principais funções do gelo no sistema circulatório é a diminuição do fluxo sanguíneo devido a vasoconstrição^{6,24,29}. Este efeito acarreta um controle da hemorragia inicial intra-tecidual e limita a extensão da lesão.

A vasoconstrição que ocorre por um estímulo das fibras simpáticas²⁹ e a diminuição da pressão oncótica, juntamente com a diminuição da permeabilidade da membrana, levam a uma redução do edema²². Também se sabe que a vasoconstrição ocorre devido a uma diminuição do fluxo sanguíneo nos vasos lesados²⁸, sendo que o efeito da histamina na membrana vascular também é diminuída com a ação do gelo⁵.

Em traumas mecânicos, o gelo é utilizado imediatamente após a lesão, com o intuito de diminuir o extravasamento celular por meio da vasoconstrição e

por promover diminuição do edema devido a um decréscimo do metabolismo e da permeabilidade²⁹; reduzindo assim a morbidade da lesão⁸.

Após a aplicação do gelo, o fluxo sanguíneo ainda permanece diminuído por aproximadamente 20 minutos^{23,25}. De acordo com Knight²¹ não é certo alguns terapeutas e atletas usufruírem do gelo, da compressão e da elevação somente por 20 minutos em casos de lesões agudas, pois esse tempo não é suficiente para que ocorra a diminuição do fluxo sanguíneo, da hemorragia e da hipóxia secundária. A aplicação deve ser, segundo o autor, intermitente por 30 minutos em qualquer segmento corpóreo e por 45 minutos em musculatura de grande secção transversal, num intervalo de uma a duas horas, sobre a pele nas primeiras 12-24 horas após a lesão. No entanto, segundo Fu et al.¹⁴ a crioterapia exerce seus efeitos benéficos quando aplicada em até 48 horas após a lesão.

O uso alternado entre o gelo e a água acima dos 35°C, ou seja, o banho de contraste, está relacionado com as mudanças na circulação devido ao mecanismo de bombeamento. A alternância entre a vasodilatação e a vasoconstrição eleva o bombeamento sanguíneo, e conseqüentemente o fluxo, aumentando a quantidade de nutrientes para reparar o tecido, diminuindo assim o edema. Por outro lado, para que isto ocorra, necessita-se da retirada de proteínas livres de pequena densidade molecular do local lesado que ocorre via sistema linfático. Neste caso, não há resposta a aplicação do banho de contraste e a alternância entre exercícios físicos e o gelo é mais indicada por ter uma interferência significativa no sistema linfático, favorecendo um maior bombeamento por minuto via contração muscular²¹.

A temperatura da pele sofre decréscimo logo após o contato com o gelo, porém, mesmo após sua retirada, esta resposta ainda permanece por aproximadamente 1 hora². Segundo Knight et al.²⁴, a aplicação do gelo por 30 minutos, utilizando diferentes métodos, faz com que a temperatura permaneça menor que a inicial mesmo após 60 minutos de sua retirada.

De acordo com Knight²¹, a vasoconstrição permanece por um período relativamente longo após a retirada do estímulo hipotérmico; resposta esta que não confirma a crença de alguns fisioterapeutas que acreditam na ocorrência de uma vasodilatação induzida pela crioterapia. Não se pode dizer que há uma vasodilatação induzida, e sim uma redução parcial da vasoconstrição, uma vez que o diâmetro do vaso após a terapia não

ultrapassa seu diâmetro inicial. O próprio autor mostra que um vaso de aproximadamente 5 de diâmetro (unidade arbitrária) tem, durante a aplicação do gelo, seu diâmetro reduzido para 1, sendo que, após o término da terapia, o diâmetro torna-se 3; conclui-se, portanto, que não ocorre uma vasodilatação propriamente dita.

Segundo Merrick et al.³⁸ o gelo associado a compressão faz com que se tenha uma maior diminuição da temperatura na pele e uma maior manutenção desta após a retirada do mesmo.

Segundo estudos realizados por McMaster et al.³⁶ na articulação do joelho de 42 indivíduos, a temperatura intra-articular foi diminuída de $9.4 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ em 30 minutos de aplicação, apresentando um decréscimo de $4,4^{\circ}\text{C}$ mesmo após 150 minutos da sua retirada.

Segundo Knight²¹, após um trauma, ocorre hemorragia decorrente da lesão vascular com consequente extravasamento sangüíneo. A crioterapia é de suma importância, pois restringe o extravasamento sangüíneo, diminuindo a intensidade da hemorragia e conseqüentemente os seus efeitos secundários; como a diminuição do fluxo sangüíneo, podendo causar uma lesão por hipóxia secundária. O controle do hematoma é de extrema importância na fase inicial da lesão, uma vez que a formação do hematoma pode gerar uma resposta inflamatória e edema. Nos casos onde ocorre a formação do edema, este pode comprimir terminações nervosas e induzir o ciclo dor-espasmo-dor, que reduzem a força muscular e a amplitude de movimento. Ocorre ainda no sistema nervoso a diminuição da dor.

SISTEMA MÚSCULO-ESQUELÉTICO

O gelo é utilizado no sistema muscular principalmente nas patologias neurológicas. Segundo Swenson et al.⁴⁵ a redução da temperatura promove uma diminuição da ação muscular e um relaxamento dos mesmos, favorecendo a diminuição da espasticidade e a realização da cinesioterapia. O resfriamento limita a velocidade de condução nervosa das fibras Ia e II e também inibe o neurônio motor gama, diminuindo assim o arco reflexo miotático²⁴. Para Faulkner et al.¹² a insuficiência, contenção ou restrição da performance muscular e da atividade elétrica muscular aparenta ser dependente da velocidade, pois exercícios rápidos, com maior velocidade, são mais afetados pelo resfriamento do que os mais lentos, com menor velocidade, sugerindo

assim que as fibras musculares de contração rápida são mais susceptíveis ao resfriamento.

Oksa et al.⁴¹ demonstraram que o resfriamento sistêmico, a uma temperatura de 20°C , é suficiente para limitar a performance muscular e promover distúrbios músculo-esqueléticos, além de proporcionar queda na atividade elétrica muscular.

Observações realizadas por vários autores mostram a redução da espasticidade e do clônus³⁰, favorecendo o aumento de força do agonista²⁶. A aplicação da crioterapia por 30 minutos, em forma de banho de imersão entre 10 e 15°C , diminui o torque muscular em 60 a 80%.

Fanning e MacDermott¹¹ estudaram o efeito da redução da temperatura na resposta de músculo esquelético de ratos *in vitro* a agentes indutores de miotonia. Os autores concluíram que nas temperaturas entre 25 e 15°C não houve o desenvolvimento da miotonia (contração lenta, seguida de um relaxamento que ocorre nos movimentos voluntários devido a uma excitabilidade e contratilidade muscular anormal)³⁵ induzida por ácido antracênico-9-carboxílico. Correlacionam os resultados com a miotonia congênita, quando contrações miotônicas do músculo adutor do polegar desaparecem, momento em que a temperatura foi diminuída a 20°C . O mecanismo provável é discutido em termos da despolarização da membrana na prevenção ou redução da resposta miotônica.

Já nos pacientes ortopédicos, a diminuição do espasmo muscular ocorre por bloqueio do ciclo espasmo-isquemia-dor³⁰.

A utilização da crioterapia para o aumento da amplitude de movimento muscular ainda é incerta. O aumento do limiar da dor e a diminuição da velocidade de condução nervosa beneficiam o alongamento muscular, em contrapartida, a diminuição da extensibilidade do tecido conectivo atua reduzindo a flexibilidade muscular¹³.

Para que seja atingido o resfriamento muscular em indivíduos magros, são necessários no mínimo 10 minutos, sendo que em indivíduos obesos este tempo sobe para 30 minutos, pois somente com esse tempo o resfriamento consegue ultrapassar a camada de gordura²⁹. Lentell et al.³¹ recomendam que após a realização do alongamento muscular deve-se resfriar os tecidos moles, com a aplicação do gelo, para minimizar a dor muscular pós-alongamento e manter uma maior amplitude de movimento.

SISTEMA NERVOSO PERIFÉRICO

Os receptores de temperatura transmitem impulso, tanto para temperaturas ambientais como para mudanças bruscas de temperatura, sendo que as localizadas nos nervos profundos são menos vulneráveis a ação do gelo ou da temperatura elevada. A ordem de sensação, quando da aplicação do gelo, é: formigamento, cócegas, frio, dor, perda do tato²¹. A sensação de dor observada nos primeiros minutos após a aplicação da crioterapia é atribuída principalmente à vasoconstrição.

As respostas iliciadas do sistema nervoso periférico são decorrentes do seu resfriamento. Segundo Lippoid et al.³³ o gelo elimina a dor, pois aumenta o seu limiar, sendo que, com temperaturas baixas, o estiramento necessário para produzir uma resposta é aumentado. A dor também pode ser diminuída diretamente pelo efeito nas terminações sensoriais e nas fibras periféricas de dor ou indiretamente através da redução do edema ou dos espasmos musculares²⁷. Segundo pesquisa realizada por Lowitzsch et al.³⁴, o período refratário absoluto é de 0,54 milissegundos a 35°C, aumentando para 3,07 milissegundos, quando a temperatura diminui para 20°C; já o período refratário relativo sofre um aumento de 3,19 para 20,9 milissegundos nas mesmas variações de temperatura. Conclui-se então que com o uso do gelo o período refratário aumenta, reduzindo assim a velocidade do impulso nervoso, proporcionando ao paciente um alívio da dor. O resfriamento afeta as fibras gamas, a condução nervosa através dos nervos periféricos e os impulsos nervosos através da junção mioneural²⁹.

O frio também é usado para diminuir a espasticidade em casos de lesões neurológicas, reduzindo ou abolindo o clônus espástico e este efeito permanece além da aplicação do gelo, por isso, o indivíduo fica apto para a realização da cinesioterapia com função, resistência e força suficientes²⁹.

Uma das possibilidades de estimular o sistema nervoso é através do reflexo miotático, que pode ser obtido tanto por percussão do tendão muscular como da própria massa corporal, através do estiramento brusco dos fusos musculares¹⁵. O resfriamento também pode ser utilizado como estímulo proprioceptivo, estimulando os exteroceptores e facilitando o reflexo H, que é uma descarga do neurônio motor alfa. Com a diminuição da temperatura na pele ocorre facilitação do neurônio alfa aumentando a resposta neuromuscular. O gelo, neste

caso, pode ser indicado na forma de *tapping* por proporcionar uma facilitação neuomuscular²⁹.

Por outro lado, quando o gelo abaixa a temperatura do músculo, ocorre redução da força de contração devido ao seu efeito direto sobre o fuso, o que leva a diminuição da sensibilidade fusil e do reflexo tendinoso. Esta é a explicação do uso do gelo para a diminuição do tônus muscular²⁷. O clônus e a espasticidade só serão diminuídos, se a temperatura muscular baixar significativamente.

A sensibilidade das fibras nervosas ao frio dependem da mielinização e do diâmetro da fibra²¹. Um dos efeitos da crioterapia sobre as fibras nervosas amielínicas é o aumento do limiar da sensibilidade dolorosa, no entanto, para que isso ocorra, são atingidas antes as fibras mielínicas responsáveis pela contração muscular e propriocepção. Portanto, quando um indivíduo já apresenta diminuição da sensibilidade dolorosa, é sinal de que a contração voluntária está comprometida devido ao aumento do limiar motor, decorrente do aumento da latência e da duração do potencial de ação⁹. Segundo Mense³⁷, parece que o gelo age diretamente no fuso muscular e no órgão tendinoso. Este ponto merece destaque, pois uma sobrecarga na execução de exercícios após resfriamento do músculo, podem levar a uma nova lesão muscular, uma vez que o controle motor está com o seu limiar alterado.

CONCLUSÕES

Pelos autores consultados podemos concluir que:

1. a ação da crioterapia apresenta-se fundamentada em bases fisiológicas bastante sólidas;
2. a literatura sobre o tema é bastante extensa, permitindo assim o aprofundamento a respeito das suas reais ações;
3. as vantagens do recurso estão no fato do seu baixo custo, do grande espectro de ação e da fácil aplicação técnica;
4. a crioterapia reduz o edema, a dor e o período de recuperação pós-trauma;
5. como o gelo diminui a resposta da contração muscular voluntária, deve-se tomar cuidado com a realização de exercícios físicos e da marcha após a sua utilização, pois o indivíduo estará sujeito a agravar o quadro clínico.

Guirro, R., Adib, C., Máximo, C. The physiological effects of cryotherapy: a review. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*, v.6, n.2, p.164-70, jul./dez., 1999.

ABSTRACT: Cryotherapy is a method which has been used for over 100 years for the most varied pathologies. Currently, it is a method used by the majority of physiotherapists in rehabilitation clinics, mainly in the treatment of neurological and traumatic dysfunctions. As it is an easily accessible, cheap resource, and as it does not present side effects, it is also used in popular medicine. Its wide spectrum of action permits us to treat acute traumatic-orthopaedic and lymphatic lesions, as well as burns, the general objective being to reduce edema, diminish pain, prevent secondary hypoxia, as well as diminish contraction, thus providing a more rapid rehabilitation of the individual. Its indication for central neurological lesions is based on diminishing muscular spasticity. It may also be used in surgery with the object of diminishing the use of medication and post-operative complications. Seeking to summarize the studies accomplished on the cryotherapy a rising was accomplished in the databases medline and lilacs, sites of the internet, as well as in the system COMUT. The information of the last thirty years were analyzed and some newspapers that were shown important of the decade of 40. This article has as purpose to stand out the therapeutic effects of the cryotherapy in the different systems, in order to minimize the existent controversies. The revision here presented it demonstrates that this resource is effective, its action is well based in the physiologic answers and it is used in the treatment of a great number of pathologies.

KEYWORDS: Cryotherapy, methods. Physical therapy. Edema, rehabilitation. Pain, rehabilitation. Musculoskeletal physiology.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barber, F.A., McGuire, D.A., Click, S. Continuous-flow cold therapy for outpatient anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, v. 14, n.2, p.130-5, 1998.
2. Barlas, D., Homan, C.S., Thode, H.C.Jr. In vivo tissue temperature comparison of cryotherapy with and without external compression. *Ann. Emerg. Med.*, v.28, n.4, p.436-9, 1996.
3. Blair, E. *Clinical hypothermia*. New York : McGraw-Hill, 1964. p.22-30.
4. Bornstein, P., Byers, P.H. *Collagen metabolism, current concepts (pamphlet)*. Kalamazoo, MI : Upjohn, 1980.
5. Boykin, J.V., Crute, S.L. Mechanisms of burn shock protection after severe scald injury by cold-water treatment. *J. Trauma*, v.22, p.859-66, 1982.
6. Cohn, B.T., Draeger, R.I., Jackson, D.V. The effects of cold therapy in the postoperative management of pain in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.*, v.17, p.344-9, 1989.
7. Collins, K. Thermal effects. In: Clayton's electrotherapy. 10th ed. Philadelphia, WB Saunders, 1996. p.93-109.
8. Curl, W.W., Smith, B.P., Marr, A., Rosencrance, E., Holden, M., Smith, T.L. The effects of contusion and cryotherapy on skeletal muscle microcirculation. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, v.37, n.4, p.179-86, 1997.
9. DeJong, R.H., Hersley, W.N., Wagman, I.H. Nerve conduction velocity during hypothermia in man. *Anesthesiology*, v.27, p.805-10, 1966.
10. Dorwart, B.B., Hansel, J.R., Schumacher, H.R. Effects of heat, cold and mechanical agitation on crystal-induced arthritis in the dog. *Arthr. Rheum.*, v.16, p.540-56, 1973.
11. Fanning, L., MacDermott, M. Effect of temperatura reduction on myotonia in rat skeletal muscles in vitro. *Clin. Sci.*, v.92, p.587-92, 1997.
12. Faulkner, J.A., Zerba, E., Brooks, S.V. Muscle temperature of mammals: cooling impairs most functional properties. *Am. J. Physiol.*, v.28, p.259-65, 1990.
13. Figueiredo, E.M., Araújo, A.R., Figueiredo, V.F. Influência dos recursos terapêuticos calor superficial e frio no ganho de flexibilidade muscular. *Rev. Bras. Fisioter.*, v.3., supl. 35, p.???, 1998.
14. Fu, F.H., Cen, H.W., Eston, R.G. The effects of cryotherapy on muscle damage in rats subjected to endurance training. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, v.7, n.6, p.358-62, 1997.
15. Guyton, A. *Tratado de fisiologia médica*. 8.ed. Rio de Janeiro : Interamericana, 1992.
16. Halar, E.M., Bell, K.R. Contraturas e outros efeitos deletérios da imobilização. In: De Lisa, J.A. *Medicina de reabilitação: princípios e práticas*. São Paulo : Manole, 1992. v.2, p.520-2.
17. Harris, E.D., McCroskery, P.A. The influence of temperature in fibril's stability on degradation of cartilage collagen by rheumatoid synovial collagenase. *N. Engl. J. Med.*, v.290, p.1-6, 1974.
18. Hollander, J.L. Collagenase, cartilage and cortisol. *N. Engl. J. Med.*, 290(1):50-1, 1974 Apud LIANZA, S. *Medicina de reabilitação*. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1985. p. 182.

19. Hollander, J.L., Stoner, E.K., Brown, E.M. Jr., DeMoor, P. Joint temperature measurement in the evaluation of anti-arthritis agents. *J. Clin. Invest.*, v.30, n.6:701-6, 1951 Apud Lianza, S. *Medicina de reabilitação*. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1985. p.182.
20. Iserhard, A.L., Weissheimer, K.V. Crioterapia: por que sua aplicação na fase aguda. *Fisioter. Movimento*, v.6, n.1, p.93-100, 1993.
21. Knight, K.L. *Cryotherapy in sport injury management*. Indiana : Human Kinetics, 1995.
22. Knight, K.L. *Cryotherapy theory, technique and physiology*. Indiana : Chattanooga, 1985.
23. Knight, K.L., Bryan, K.S., Halvorse, J.M. Circulatory changes in the forearm in 1,5,10 and 15°C water. *Int. J. Sports Med.*, v.4, p.281, 1981. [Abstract]
24. Knight, K.L., Kluge, J., Varpolitti, M., Hayes, K. Knee skin temperature responses to applications of two types of cold packs over thick and thin surgical dressings. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.22, n.5, p.100, 1990. [Abstract]
25. Knight, K.L., Londeree, B.R. Comparison of blood flow in normal subjects during therapeutic applications of heat, cold, and exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.12, p.76-80, 1980.
26. Knutsson, E. Topical cryotherapy in spasticity. *Scand. J. Rehabil. Med.*, v.2, p.159-63, 1970.
27. Knutsson, E., Mattsson, E. Effects of local cooling on monosynaptic reflexes in man. *Scand. J. Rehabil. Med.*, v.1, p.126-32, 1969.
28. Langohr, J.L., Rosenfield, L., Owen, C.R., Cope, O. Effect of therapeutic cold on the circulation of blood and lymph in thermal burns. *Arch. Surg.*, v.59, p.1031-44, 1949.
29. Lehmann, J.F., DeLauter, B.J. Cryotherapy. In: Lehmann, J.F., ed. *Therapeutic heat and cold*. 3.ed. Baltimore, MD : Williams & Wilkins, 1982. p563-602
30. Lehmann, J.F., Lauter, B.J. Diatermia e calor superficial, laser e crioterapia. In: Kottke, F.J., Lehmann, J.F. *Tratado de medicina física e reabilitação de Krusen*. 4.ed. São Paulo : Manole, 1994. p. 277-356.
31. Lentell, G., Hetherington, T., Eagan, J., Morgan, M. The use of thermal agents to influence the effectiveness of a low-load prolonged stretch. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, v.16, n.5, p.200-7, 1992.
32. Lianza, S. *Medicina de reabilitação*. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1985. p.182.
33. Lippoid, O.C.J., Nicholls, J.G., Redfearn, J.W.T. A study of the afferent discharge produced by cooling a mammalian muscle spindle. *J. Physiol.*, v.153, p.218-31, 1960.
34. Lowitzsch, K., Hopf, H.C., Galland, J. Changes of sensory conduction velocity and refractory periods with decreasing tissue temperature in man. *J. Neurol.*, v.216, p.181-8, 1977.
35. Manuila, L., Manuila, A., Nicoulin, M. Dicionário médico Andrei. 7.ed. São Paulo : Andrei, 1997. p.483.
36. McMaster, W.C., Liddle, S., Waugh, T.R. Laboratory evaluation of various cold therapy modalities. *Am. J. Sports Med.*, v.6, p.291-4, 1978.
37. Mense, S. Effects of temperature on the discharges of muscle spindles and tendon organs. *Pflugers Arch.*, v.374, p.159-66, 1978.
38. Merrick, M.A., Knight, K.L., Ingersoll, C.D., Potteiger, J.A. The effects of ice and compression wraps on intramuscular temperatures at various depths. *J. Athl. Train.*, v.29, p.236-45, 1993.
39. Monteiro-Pedro, V. *Influência da crioterapia e da elevação no edema induzido pelo dextrano na pata posterior de rato*. Piracicaba, 1990. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
40. Monteiro-Pedro, V., Vizioli, M.R., Almeida, O.P., Jorge, A.O.C. Effect of local cryotherapy and elevation on dextran-induced edema in the hind paw of rats. *Braz. J. Morphol. Sci.*, v.14, p.265-69, 1997.
41. Okasa, J., Rintamaki, H., Rissanen, S. Muscle performance and electromyogram activity of the lower leg muscles with different levels of cold exposure. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.75, n.6, p.484-90, 1997.
42. Ryan, T.J. The blood vessels of the skin. *J. Invest. Dermatol.*, v.67, p.110-8, 1976.
43. Schaubel, H.J. The local use of ice after orthopedic procedures. *Am. J. Surg.*, v.72, p.711-4, 1946.
44. Speer, K.P., Warren, R.F., Horowitz, L. The efficacy of cryotherapy in the postoperative shoulder. *J. Shoulder Elbow Surg.*, v.5, n.1, p.62-8, 1996.
45. Swenson, C., Swärd, L., Karlsson, J. Cryotherapy in sports medicine. *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, v.6, n.4, p.193-200, 1996.