

Efeitos da crioterapia no momento máximo de força isométrica do quadríceps

Effects of cryotherapy on the quadriceps maximal isometric force

CORRÊA JB, PELEGRINI S, AMBROSIO RP, AFINI LF, MINECHELLI LF, LIEBANO RE. Efeitos da crioterapia no momento máximo de força isométrica do quadríceps. **R. bras. Ci. e Mov** 2012;20(4):99-105.

RESUMO: **Introdução:** A crioterapia é amplamente utilizada na recuperação de lesões musculoesqueléticas. Embora a crioterapia seja bem fundamentada na literatura em relação a sua eficácia na prevenção e na melhora de danos e desconforto muscular, ainda há divergências quanto às alterações na força muscular após sua utilização. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da crioterapia no momento máximo de força isométrica (MMFI) do quadríceps em momentos distintos no tempo. **Métodos:** Participaram do estudo 13 mulheres saudáveis. Cada participante realizou 4 sessões (2 vezes por semana), totalizando 4 formas de avaliação isocinética com e sem uso de crioterapia, respeitando intervalo de 48 horas entre as sessões. As participantes foram orientadas a não realizar nenhum tipo de treinamento físico durante as 2 semanas de avaliação. O MMFI foi avaliado em todos as participantes de 4 formas: (1) sem aplicação de gelo, (2) imediatamente após a aplicação, (3) 30 minutos após e (4) 60 minutos após. A ordem de execução das sessões foi aleatorizada por meio de sorteio para cada indivíduo. Para avaliação da força foi utilizado um dinamômetro isocinético. Anteriormente à realização do teste, as participantes receberam orientações sobre o funcionamento do dinamômetro, realizando um teste para familiarização com o aparelho. Para a aplicação da crioterapia, foi realizada compressa de gelo (500g de gelo triturado contido em um saco plástico) sobre a região anterior da coxa, cobrindo totalmente o músculo quadríceps, sendo fixada por meio de uma bandagem elástica por 30 minutos. **Resultados:** Não houve diferença estatisticamente significativa na força de extensores de joelho entre os tempos avaliados. **Conclusão:** A crioterapia não promoveu alterações no momento máximo de força isométrica do quadríceps por até 60 minutos pós-aplicação do gelo.

Palavras-chave: Crioterapia; Dinamômetro de Força Muscular; Força Muscular.

ABSTRACT: **Introduction:** Cryotherapy is widely utilized in the recovery of musculoskeletal injuries. Although cryotherapy is well documented in the literature regarding its effectiveness in the prevention and improvement of muscle damage and discomfort, there is still disagreement with regard to muscle strength changes after your use. **Objective:** To evaluate the effects of cryotherapy on the moment of maximum isometric force (MMIF) of quadriceps at different moments in time. **Methods:** Thirteen healthy women participated in the study. Each participant performed 4 sessions (2 times per week), totaling 4 forms of isokinetic evaluation with and without use of cryotherapy, respecting an interval of 48 hours between sessions. The participants were instructed to do not perform any type of physical training during the 2-week evaluation. The MMIF was evaluated in four different ways: (1) without application of ice (2) immediately after application, (3) 30 minutes and (4) 60 minutes later. The execution order of the sessions was randomized for each individual. An isokinetic dynamometer was used to strength assessment. Prior to testing, participants received instructions on the operation of the dynamometer, performing a test to familiarization with the equipment. For the application of cryotherapy was held ice compress (500g of crushed ice contained in a plastic bag) on the anterior thigh. The quadriceps muscle was totally covered with the ice pack and it was fixed with an elastic bandage and applied for 30 minutes. **Results:** There was no statistically significant difference in strength of knee extensors between moments. **Conclusion:** Cryotherapy did not change at the time of maximum isometric quadriceps strength by up to 60 minutes after application office.

Key Words: Cryotherapy; Dynamometer of Muscle Strength; Muscle strength

Juliana B. Corrêa¹
Stella Pelegrini¹
Ricardo P. Ambrosio¹
Luiz F. Afini¹
Luis F. Minechelli¹
Richard E. Liebano¹

¹UNICID

Enviado em: 24/07/2012
Aceito em: 14/12/2012

Contato: Juliana Barbosa Corrêa - julianabcorrea@gmail.com

Introdução

A aplicação da crioterapia é amplamente utilizada como forma de recurso terapêutico na recuperação de lesões musculoesqueléticas e na melhora da *performance* em atletas^{1,2}. A crioterapia pode ser definida como a diminuição da temperatura tecidual para alcançar fins terapêuticos³, tais como, redução da taxa metabólica^{4,5}, redução na velocidade de condução nervosa⁶, analgesia⁷, diminuição da espasticidade e do espasmo muscular^{3,6}. A diminuição da temperatura local também tem a função de reduzir a área de lesão por hipóxia secundária causada pela isquemia ocasionada pela lesão primária⁸.

A redução da temperatura dos tecidos depende da modalidade crioterápica utilizada, da duração da aplicação, da temperatura inicial do gelo, além da espessura da camada de gordura subcutânea⁵. A temperatura intramuscular diminui com a aplicação da crioterapia de modo mais lento e em menor magnitude do que a temperatura cutânea, e o efeito do resfriamento pode perdurar por até 3 horas após sua aplicação⁹⁻¹¹.

A crioterapia pode reduzir danos e desconforto muscular, possivelmente contribuindo para uma recuperação neuromuscular mais rápida¹². A utilização da crioterapia apresenta diversas vantagens: utiliza curto tempo para a aplicação, tem baixo custo, é um método bem tolerado, e apresenta alívio sintomático imediato após sua aplicação. As contraindicações são raras e englobam alergia ao frio e alterações de sensibilidade no local de aplicação. Este método apresenta poucas desvantagens, tais como, desconforto no início da aplicação e possibilidade de alguns pacientes apresentarem intolerância ao frio¹³.

Embora a crioterapia seja bem fundamentada na literatura em relação a sua eficácia após lesões traumáticas^{13,14}, ainda há divergências quanto às alterações na força muscular com o uso desse recurso. O gelo parece ter duração prolongada na redução do fluxo sanguíneo e a força muscular parece ser afetada negativamente após sua aplicação¹⁵. No entanto, estudos apresentam divergências em relação aos efeitos da crioterapia na alteração da força muscular. Um estudo verificou que imediatamente após a aplicação de gelo

triturado, ocorreu um aumento na produção de força do músculo quadríceps¹⁶, enquanto outra pesquisa observou redução da força realizando o mesmo procedimento crioterápico, porém em relação à força de preensão palmar¹⁷. Porém, também há relato de que a aplicação do gelo não gera alteração na força muscular¹⁸. Uma recente revisão sistemática sobre a ação da aplicação de gelo na *performance* funcional em atletas demonstrou que existem poucos estudos de qualidade sobre o tema, havendo evidências conflitantes sobre o resfriamento na resistência e força muscular, sugerindo que podem ocorrer desvantagens sobre a *performance* muscular em gestos esportivos imediatamente após a aplicação do gelo¹.

Os efeitos da crioterapia na força muscular ainda não estão totalmente claros na literatura. O uso de cargas baseadas na contração isométrica máxima voluntária (CIMV) para treino de força muscular poderia sofrer alterações caso realizado após acrioterapia. Além disso, avaliações de força muscular em pacientes com lesões ou em atletas, poderiam ser influenciadas pelo uso de técnicas crioterápicas prévias. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da crioterapia no momento máximo de força isométrica do músculo quadríceps em momentos distintos pós aplicação do gelo.

Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado nas dependências da Universidade Cidade de São Paulo (UNICID) e as participantes faziam parte do quadro de funcionárias e estudantes da Universidade. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (PP 13299887) e todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Os participantes responderam a um questionário para coleta de dados pessoais e passaram por uma avaliação prévia para a inclusão no estudo. Foram recrutados 13 indivíduos de acordo com os critérios de inclusão: gênero feminino, idade entre 18 a 30 anos, sedentárias e com Índice de Massa Corpórea (IMC) entre 18,5 e 24 Kg/m². Os critérios de exclusão foram: cirurgia em membros inferiores nos últimos 2 anos, alteração de sensibilidade no membro inferior dominante, doença

cardiovascular, Síndrome de Raynaud, histórico de alergia ao frio e alterações neuromusculoesqueléticas prévias nos membros inferiores^{10,18}.

Para mensuração do momento máximo de força isométrica (MMFI), foi usado o dinamômetro isocinético Cybex (modelo Norm 6000®), considerado padrão-ouro na reabilitação e na avaliação do aparelho locomotor¹⁹, que foi previamente calibrado e programado para operar de forma isométrica (velocidade angular de 0°). Foram também utilizados cronômetro, balança, termômetro, bandagem elástica e 500g de gelo triturado em saco plástico.

Previamente ao teste isocinético de extensão de joelho, foi determinando qual era o membro dominante do sujeito, pedindo para que o mesmo chutasse uma bola contra a parede^{20,21}. Cada indivíduo realizou 4 sessões no total, com frequência de 2 vezes por semana, totalizando 2 semanas de avaliação e respeitando intervalo de 48 horas entre as sessões. As participantes foram orientadas a não realizar nenhum tipo de treinamento físico durante as sessões. O MMFI foi avaliado em todos as participantes de 4 formas: (1) mensuração do MMFI sem aplicação de gelo, (2) imediatamente após a aplicação, (3) 30 minutos após o gelo e (4) 60 minutos após aplicação de gelo. A ordem de execução das sessões foi aleatorizada por meio de sorteio para cada indivíduo, ou seja, em cada dia de sessão era sorteado em qual momento (sem a aplicação do gelo, imediatamente após a aplicação, 30 minutos ou 60 minutos após o gelo) a avaliação seria feita. Não houve perda amostral e todos as participantes realizaram as 4 sessões.

Anteriormente à realização do teste, as participantes receberam orientações sobre o funcionamento do dinamômetro, realizando um teste para familiarização com o aparelho. Os sujeitos foram posicionados sentados na cadeira do dinamômetro isocinético, com 90° de flexão de quadril e joelho, com estabilizações no tronco e no terço distal da coxa do membro inferior dominante. O braço da alavanca de resistência do aparelho foi em região distal, imediatamente acima do maléolo medial da articulação

tibiotársica e os indivíduos foram orientados a segurar em uma manopla situada lateralmente à cadeira. Foram realizadas 3 mensurações, com duração de 9 segundos de contração do quadríceps, seguidos por intervalos de 3 minutos entre elas. Durante a contração, os sujeitos receberam *feedback* verbal do avaliador para realizar o máximo de sua força.

Para a aplicação da crioterapia, foi realizada compressa de gelo (500g de gelo triturado contido em um saco plástico) sobre a região anterior da coxa, cobrindo totalmente o músculo quadríceps, sendo fixada por meio de uma bandagem elástica por 30 minutos.

Para a análise estatística, a normalidade dos dados foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk, sendo que nenhuma das variáveis apresentou distribuição normal. A estatística descritiva constou do cálculo de mediana, percentis 25% e 75%, mínimo, máximo, além de média e desvio-padrão.

Para avaliar a diferença entre as medidas de momento máximo de força isométrica de quadríceps nos diferentes tempos pós aplicação de gelo, foi utilizado o teste não-paramétrico de Friedman.

Foi assumido valor de $p < 0,05$ ($\alpha=5\%$) como estatisticamente significante.

Para as análises foi utilizado o software estatístico Prism 5.0 for Windows® (GraphPad Software, Inc.).

Resultados

Foram realizadas comparações das medidas de força na contração isométrica do quadríceps nos diferentes tempos pós aplicação de gelo, tanto em relação às médias das 3 tentativas de cada indivíduo (Tabela 1), quanto em relação ao maior valor das 3 tentativas de cada indivíduo (Tabela 2).

Não houve diferença estatisticamente significante na força de extensores de joelho entre os tempos avaliados, tanto quando comparado através da média das 3 tentativas ($p=0,410$), quanto comparado através do maior valor obtido ($p=0,364$).

Tabela 1. Comparação das médias das 3 tentativas do momento máximo de força isométrica do quadríceps de cada indivíduo nos diferentes tempos pós aplicação de gelo

Média das 3 tentativas	Tempo			
	Sem gelo (n = 13)	0' (n = 13)	30' (n = 13)	60' (n = 13)
Mínimo	113,00	115,00	118,00	113,00
Percentil 25%	121,50	133,00	129,50	134,50
Mediana	128,00	161,00	146,00	148,00
Percentil 75%	192,00	188,50	185,50	197,00
Máximo	210,00	192,00	226,00	274,00
Média±DP	151,20±38,27	160,30±26,97	157,40±35,92	164,50±49,26
Valor de p	0,410			

DP= desvio-padrão

Tabela 2. Comparação do maior valor das 3 tentativas do momento máximo de força isométrica do quadríceps de cada indivíduo nos diferentes tempos pós aplicação de gelo

Maior valor das 3 tentativas	Tempo			
	Sem gelo (n = 13)	0' (n = 13)	30' (n = 13)	60' (n = 13)
Mínimo	117,00	121,00	125,00	118,00
Percentil 25%	130,50	136,50	142,50	143,50
Mediana	133,00	163,00	149,00	156,00
Percentil 75%	198,00	196,00	191,50	201,50
Máximo	248,00	211,00	235,00	281,00
Média±DP	160,30±42,01	167,60±30,20	165,00±35,48	172,30±52,57
Valor de p	0,364			

DP= desvio-padrão

Discussão

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da crioterapia no momento máximo de força na contração isométrica do grupo muscular quadríceps em 3 momentos distintos, sendo utilizada como medida de comparação, a

força isométrica basal do músculo quadríceps. A força dos extensores de joelho não apresentou diferença significativa nos tempos pré-estabelecidos de avaliação isocinética com e sem o uso do gelo quando comparados entre si.

Na literatura, é encontrada a avaliação da média do MMFI obtido nas contrações^{22,23} ou o uso do maior valor obtido entre as contrações²⁴. Por esse motivo, na presente pesquisa, optou-se utilizar ambas as medidas para comparações e observação de possíveis alterações das mesmas.

A maioria das pesquisas sobre o efeito da crioterapia na força muscular avaliou os indivíduos em um único dia^{16,25,26}. Esse procedimento pode afetar o resultado final do estudo, já que a avaliação da força muscular em diferentes momentos em uma única sessão pode ser influenciada pela fadiga muscular, quando o intervalo entre as mensurações é pequeno, ou ainda as primeiras avaliações podem atuar como recurso facilitador neuromuscular, favorecendo as contrações subsequentes. Um ponto importante da presente pesquisa foi avaliar o momento máximo da força em dias distintos para controlar os efeitos de fadiga muscular e os fatores neuromusculares de facilitação de contração muscular.

Na literatura são encontrados resultados semelhantes aos do presente estudo. Thornley *et al.*²¹, verificaram que não houve diferença na força isométrica máxima dos extensores de joelho em homens após 30 minutos de aplicação da crioterapia, porém houve alteração da resistência à fadiga muscular. Borgmeyer *et al.*²⁶ também não encontraram diferença na força muscular após massagem com gelo por 10 minutos, na região de bíceps braquial em indivíduos do sexo masculino. Um estudo avaliou o uso do gelo por 30 minutos na produção do torque eletricamente induzido no músculo quadríceps, concluindo que 90 minutos pós aplicação não houve alteração na tolerância à corrente elétrica e na produção de torque²⁴. Além disso, Cattelan *et al.*²⁷ avaliaram o pico de torque do músculo quadríceps quando submetido à crioterapia e à termoterapia profunda (ondas curtas). Ambos os grupos realizaram a mensuração do torque pré-teste e após as modalidades terapêuticas referentes ao grupo. Os autores verificaram que não houve diferença significativa no pico de torque no grupo da crioterapia, enquanto que no de termoterapia houve um aumento significativo.

Também há estudos que mostraram diminuição na força muscular isométrica imediatamente após a crioterapia, permanecendo a redução por até 20 minutos e com recuperação gradativa da força após esse tempo²⁸⁻³⁰. Outra pesquisa relata que na aplicação de gelo por 30 minutos ou mais, a força muscular tende a diminuir inicialmente e sofrer aumento após 1 hora da aplicação, alcançando níveis de força superiores aos de pré-aplicação de gelo pelas 3 horas seguintes³¹. No entanto, trata-se de um estudo antigo e com possíveis erros metodológicos. Os dados obtidos no presente estudo não confirmam esses achados anteriores. Segundo alguns autores, essa perda de força pode ter ocorrido pela redução na interação das pontes-cruzadas da actina e miosina e da condução nervosa inibindo uma maior contração muscular^{2,3,32,33}.

Uma recente revisão sistemática com uso da crioterapia em atletas examinou o efeito do resfriamento tecidual local no desempenho funcional. A maioria dos estudos apresentou diminuição da força imediatamente após a aplicação do gelo, indicando que atletas de elite devem fazer curtas aplicações de gelo e/ou realizar aquecimento antes da volta ao esporte¹. No entanto, esses dados só se aplicam a atletas de elite e os estudos são heterogêneos, não trazendo suporte para a prática clínica. Em indivíduos sedentários, o uso da crioterapia na alteração da força muscular pode diferir do uso em atletas, já que atletas apresentam diferenças estruturais e metabólicas quando comparados a indivíduos não treinados³⁴.

Também há estudos que apresentam aumento da força muscular após o uso da crioterapia^{16,31,35-37}. Os resultados mostraram um aumento na força muscular isométrica do quadríceps imediatamente após a crioterapia e após 10 minutos da aplicação, sugerindo que o gelo poderia gerar uma elevação do limiar de dor durante a mensuração do pico de torque. Porém, as diferenças de tempos de aplicação e técnicas utilizadas podem gerar resultados distintos em relação à alteração de força muscular. Na presente pesquisa, foi utilizado tempo de aplicação do gelo de 30 minutos com saco de gelo,

considerada a forma ideal de aplicação da crioterapia^{3,38,39}.

As limitações do presente estudo são a aplicação do gelo em mulheres saudáveis, o que difere estruturalmente e fisiologicamente de homens ou atletas. Os efeitos do gelo podem ser diferentes entre essas populações e por esses motivos, estudos comparativos de modalidades de aplicações crioterápicas em populações distintas, especialmente em ensaios controlados aleatorizados, devem ser realizados para melhor avaliação dos efeitos da crioterapia em lesões ou na melhora da *performance* muscular, na qual a crioterapia também é bastante utilizada atualmente. Além disso, a avaliação da resistência muscular à fadiga poderia ser um fator importante a ser analisado em pesquisas futuras.

A escassez de estudos na avaliação da força muscular após a aplicação do gelo, bem como a forma ideal de aplicação da crioterapia, requer a elaboração de estudos mais consistentes e com maior rigor metodológico, para que essa técnica possa ter repercussão positiva na prática clínica, trazendo benefícios aos pacientes e atletas dentro do âmbito da fisioterapia.

Conclusões

A aplicação da crioterapia em mulheres saudáveis não promoveu alterações no momento máximo de força na contração isométrica do quadríceps em 3 diferentes momentos após a aplicação do gelo. A força dos extensores de joelho não apresentou diferença significativa nos tempos pré-estabelecidos de avaliação isocinética com e sem o uso do gelo quando comparados entre si. Não houve alteração na avaliação da força muscular após o uso da crioterapia por até 60 minutos após aplicação.

Referências

- Bleakley CM, Costello JT, Glasgow PD. Should athletes return to sport after applying ice? A systematic review of the effect of local cooling on functional performance. **Sports Med.** 2012 Jan 1;42(1):69-87.
- Kimura IF, Thompson GT, Gulick DT. The effect of cryotherapy on eccentric plantar flexion peak torque and endurance. **J Athl Train.** 1997 Apr;32(2):124-6.
- Kennet J, Hardaker N, Hobbs S, Selfe J. Cooling efficiency of 4 common cryotherapeutic agents. **J Athl Train.** 2007 Jul-Sep;42(3):343-8.
- 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 Fall;28(3):236-45.
- Mac Auley DC. Ice therapy: how good is the evidence? **Int J Sports Med.** 2001 Jul;22(5):379-84.
- Lee JM, Warren MP, Mason SM. **Effects of ice on nerve conduction velocity.** **Physiotherapy.** 1978 Jan;64(1):2-6.
- Knight LK. **Cryotherapy in sport injury management,** Champaign: Human Kinetics 1995.
- Tero A. H. Järvinen TLNJ, Minna Kääriäinen, Hannu Kalimo and Markku Järvinen. Muscle Injuries: Biology and Treatment. **Am J Sports Med.** 2005;33(5):745-64.
- Nirascou M. Cryothérapie: cinétique des températures cutanées et musculaires lors de différentes applications de froid. **Ann Kinésithér.** 1987;14(6):267-79.
- 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 Jun;82(6):845-50.
- Merrick MA, Jutte LS, Smith ME. Cold Modalities With Different Thermodynamic Properties Produce Different Surface and Intramuscular Temperatures. **J Athl Train.** 2003 Mar;38(1):28-33.
- Ascensao A, Leite M, Rebelo AN, Magalhaes S, Magalhaes J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. **J Sports Sci.** 2011 Feb;29(3):217-25.
- Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. **Pain Physician.** 2004 Jul;7(3):395-9.
- Yagiz On A. [Cold applications for the treatment of pain]. **Agri.** 2006 Apr;18(2):5-14.
- Topp R, Winchester L, Mink AM, Kaufman JS, Jacks DE. Comparison of the effects of ice and 3.5% menthol gel on blood flow and muscle strength of the lower arm. **J Sport Rehabil.** 2011 Aug;20(3):355-66.
- Sanya AO, Bello AO. Effects of cold application on isometric strength and endurance of quadriceps femoris muscle. **Afr J Med Med Sci.** 1999 Sep-Dec;28(3-4):195-8.
- Douris P, McKenna R, Madigan K, Cesarski B, Costiera R, Lu M. Recovery of maximal isometric grip strength following cold immersion. **J Strength Cond Res.** 2003 Aug;17(3):509-13.

18. Chesterton LS, Foster NE, Ross L. Skin temperature response to cryotherapy. **Arch Phys Med Rehabil.** 2002 Apr;83(4):543-9.
19. Terreri AF GJ, Amatuzzi MM. Avaliação isocinética no joelho do atleta. **Rev Bras Med Esporte.** 2001;7(5):170-4.
20. Schmitz RJ, Westwood KC. Knee Extensor Electromyographic Activity-to-Work Ratio is Greater With Isotonic Than Isokinetic Contractions. **J Athl Train.** 2001 Dec;36(4):384-7.
21. Thornley LJ, Maxwell NS, Cheung SS. Local tissue temperature effects on peak torque and muscular endurance during isometric knee extension. **Eur J Appl Physiol.** 2003 Nov;90(5-6):588-94.
22. Lyons CL, Robb JB, Irrgang JJ, Fitzgerald GK. Differences in quadriceps femoris muscle torque when using a clinical electrical stimulator versus a portable electrical stimulator. **Phys Ther.** 2005 Jan;85(1):44-51.
23. Laufer Y, Ries JD, Leininger PM, Alon G. Quadriceps femoris muscle torques and fatigue generated by neuromuscular electrical stimulation with three different waveforms. **Phys Ther.** 2001 Jul;81(7):1307-16.
24. Durst JW, Gohdes DD, Ward WK, Workman K, Bryan JM. Effects of ice and recovery time on maximal involuntary isometric torque production using electrical stimulation. **J Orthop Sports Phys Ther.** 1991;13(5):240-8.
25. Cornwall MW. Effect of temperature on muscle force and rate of muscle force production in men and women. **J Orthop Sports Phys Ther.** 1994 Aug;20(2):74-80.
26. Borgmeyer JA SB, Mayhew JL. The effects of ice massage on maximum isokinetic – torque production. **J Sport Rehabil.** 2004;13(1):1-8.
27. Catellan AV MRC. Avaliação do pico de torque do músculo quadríceps quando submetido à crioterapia e a termoterapia. **XV Congresso Sul – Brasileiro de Ortopedia e Traumatologia.** Rio Grande do Sul. 2007.
28. Swenson C, Sward L, Karlsson J. Cryotherapy in sports medicine. **Scand J Med Sci Sports.** 1996 Aug;6(4):193-200.
29. Mortari DM, Mânica AP, Pimentel GL. Efeitos da crioterapia e facilitação neuromuscular proprioceptiva sobre a força muscular nas musculaturas flexora e extensora de joelho. **Fisioterapia e Pesquisa.** 2009;16:329-34.
30. Chao J SJ, Taylor B, Trosper J, Williams D, Wilson J. Effects of cryotherapy on quadriceps concentric peak torque. **2nd Annual symposium on Graduate Research and Scholarly Projects.** 2006. p. 22-3.
31. Oliver RA, Johnson DJ, Wheelhouse WW, Griffin PP. Isometric muscle contraction response during recovery from reduced intramuscular temperature. **Arch Phys Med Rehabil.** 1979 Mar;60(3):126-9.
32. Ranatunga KW, Wylie SR. Temperature-dependent transitions in isometric contractions of rat muscle. **J Physiol.** 1983 Jun;339:87-95.
33. de Ruiter CJ, Jones DA, Sargeant AJ, de Haan A. Temperature effect on the rates of isometric force development and relaxation in the fresh and fatigued human adductor pollicis muscle. **Exp Physiol.** 1999 Nov;84(6):1137-50.
34. Ribeiro SR T-CC, Martins RABL. Effects of different strengths in the judo fights, muscular electrical activity and biomechanical parameters in elite athletes. **Rev Bras Med Esporte.** 2006(12):27-32.
35. Becher C, Springer J, Feil S, Cerulli G, Paessler HH. Intra-articular temperatures of the knee in sports - an in-vivo study of jogging and alpine skiing. **BMC Musculoskelet Disord.** 2008;9:46.
36. Johnson DJ, Leider FE. **Influence of cold bath on maximum handgrip strength.** **Percept Mot Skills.** 1977 Feb;44(1):323-6.
37. McGown HL. Effects of cold application on maximal isometric contraction. **Phys Ther.** 1967 Mar;47(3):185-92.
38. Knight KL BJ, Stoneman PD, Rubley MD. Muscle injury management with cryotherapy. **Athlet Ther** 2000;5(4):26-30.
39. Palmer JE, Knight KL. Ankle and thigh skin surface temperature changes with repeated ice pack application. **J Athl Train.** 1996 Oct;31(4):319-23.