

# AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR DO TIBIAL ANTERIOR APÓS APLICAÇÃO LOCAL DE CRIOTERAPIA

**Luciano Garcia Pereira<sup>1,3</sup>, Rafael Pereira de Paula<sup>1,3</sup>, Felipe Sampaio-Jorge<sup>2,3</sup>, Marcio Magini<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Laboratório de Fisiologia e Biocinética (UNIG), BR 356, km 2, Itaperuna, RJ. Email: lucianogpereira@yahoo.com.br

<sup>2</sup>ISECENSA, Rua Salvador Correa, 139 - Centro - Campos dos Goytacazes - Rio de Janeiro.

<sup>3</sup>Instituto de Pesquisa & Desenvolvimento (UNIVAP), Av. Shishima Hifumi, 2911. Urbanova, São José dos Campos, SP, Brasil.

**Resumo-** O objetivo do trabalho é investigar a influência do resfriamento muscular na produção de força isométrica máxima. A amostra foi composta por 10 indivíduos (7 homens e 3 mulheres), alocados em 2 grupos (GCRIO e GCONT). Foram realizados 2 testes de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), um PRÉ e outro PÓS resfriamento por 30 minutos ou exposição à temperatura ambiente pelo mesmo período. O GCRIO apresentou uma produção de força maior na medida PRE, sendo observada diferença significativa na medida PRE ( $3,8 \pm 0,2$  N/Kgf) em relação ao PÓS ( $3,3 \pm 0,13$  N/Kgf) ( $p < 0,05$ ). Já o GCONT não apresentou diferença significativa na medida da força normalizada PRE ( $3,6 \pm 0,12$  °C) e PÓS ( $4,1 \pm 0,19$  °C) ( $p > 0,05$ ). Foi possível concluir que a crioterapia por meio de compressa de gelo por 30 minutos leva a uma diminuição da temperatura local, associada a uma diminuição da força muscular isométrica máxima de dorsiflexão.

**Palavras-chave:** força, músculo, temperatura  
**Área do Conhecimento:** IV – Ciências da Saúde

## Introdução

Na fisioterapia traumato-ortopédica e desportiva, é comum a associação de modalidades terapêuticas para otimizar os resultados do tratamento. Um exemplo é a realização de exercícios imediatamente após a aplicação de gelo nas áreas lesionadas. É a crioterapia (resfriamento tecidual com fins terapêuticos) associada à cinesioterapia (exercícios terapêuticos) visando facilitar a execução dos exercícios (KNIGHT, 2000).

Individualmente cada modalidade possibilita a obtenção dos seguintes efeitos: crioterapia - redução da dor, do edema, do metabolismo tecidual, diminuição do espasmo muscular e a possibilidade da execução de exercícios ativos livres de dor (KNIGHT, 2000; MERRICK et al., 2003; HUBBARD et al., 2004). A cinesioterapia possibilita a recuperação da mobilidade, flexibilidade, força, resistência e retorno à função (KISNER; COLBY, 2005). A associação destas modalidades favorece a realização precoce dos exercícios terapêuticos, permite execução de movimentos livres de dor e por consequência aceleram o tratamento fisioterapêutico (KNIGHT, 2000).

Todavia, a relação do resfriamento muscular com o seu desenvolvimento de força ainda é controversa. Os autores Coulange et al., (2005), Borgmeyer et al., (2004), Thornley et al., (2003), Rubley et al., (2003), Kimura et al., (1997) relatam que a aplicação da crioterapia

antes da realização de exercícios de força não influencia no desempenho muscular e que, portanto pode ser utilizada antes da execução de atividades musculares vigorosas. Por outro lado autores como Duarte; Macedo, 2005, Cheung; Sleivert (2004), Kimura et al (2003), Van Lunem et al (2003), Hatzel; Kaminski (2000), Kinzey et al (2000), Ruitter et al (1999), Ruiz et al (1993), observaram que a crioterapia pré-exercício de força pode diminuir a desempenho muscular e aumentar o risco de lesão.

Portanto, devido às controvérsias encontradas na literatura, este trabalho se faz relevante, pois objetiva averiguar a influência do resfriamento do tecido muscular na produção de força isométrica.

## Materiais e Métodos

Dez universitários, 7 homens e 3 mulheres, com idade média de 21 anos, altura média de 173,5 cm, massa corporal média de 69,5 kg, e IMC médio de 22,99 participaram voluntariamente deste estudo. Todos responderam a um questionário para assegurar ausência de quaisquer disfunções dermatológicas, neurológicas e músculo-esqueléticas que pudessem influenciar nos resultados dos testes ou comprometer a integridade física dos mesmos. 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 números 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.

A inclusão dos indivíduos no estudo foi baseada nos seguintes critérios: boas condições de saúde, idade entre 18 e 30 anos, ausência de quaisquer patologias ou lesões neuro-músculo-esqueléticas, ausência de cirurgia nos membros inferiores ou coluna nos últimos 2 anos, ausência de alterações de sensibilidade cutânea, doença cardiovascular, insuficiência vascular periférica, síndrome de Raynaud e reações alérgicas ao frio, como urticária.

Os voluntários passaram por avaliação física, sendo coletadas medidas de estatura e massa corporal total (MCT). A estatura foi mensurada com estadiômetro e a massa corporal total foi verificada por meio de balança mecânica devidamente calibrada.

Os indivíduos foram aleatoriamente alocados em dois grupos de cinco indivíduos, chamados de Grupo Crioterapia (GCRIO) e Grupo Controle (GC). Nos dois grupos, foram realizados 2 medidas de força através de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), no qual o indivíduo foi instruído a realizar a dorsiflexão isométrica do tornozelo dominante na angulação de 100°, com o membro inferior devidamente fixado no ergômetro de tornozelo, onde o transdutor de força fora posicionado. Antes de cada teste, a temperatura cutânea foi medida com termômetro infravermelho digital sobre o terço médio da linha entre a cabeça da fíbula e o maléolo medial, sobre o músculo tibial anterior.

A primeira medida de força através de CIVM, chamada medida PRE foi realizada igualmente em ambos os grupos, sendo seguida, no grupo CRIO, por 30 minutos de crioterapia na posição supina e no grupo CONT por 30 minutos de exposição à temperatura ambiente na mesma posição. Após o intervalo de 30 minutos, ambos os grupos realizaram outra medida de CIVM imediatamente após o período de resfriamento (grupo CRIO) ou repouso sem resfriamento (grupo CONT).

A crioterapia foi aplicada com bolsas de tecido (algodão) umedecidas sobre todo o ventre muscular do tibial anterior, o qual é motor primário no movimento de dorsiflexão, por 30 minutos com os indivíduos em decúbito dorsal e instruídos a não movimentarem os membros inferiores durante a crioterapia. No GC os indivíduos permaneceram 30 minutos

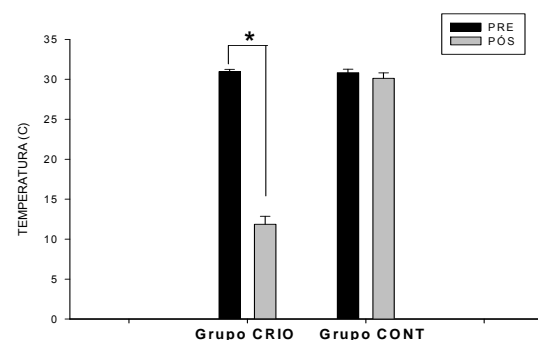
em temperatura ambiente, (aproximadamente 22° C) na mesma posição e sob instruções idênticas ao outro grupo.

Os instrumentos usados foram: transdutor de força de tração-compressão (EMG System Brasil) para quantificação da força com uma taxa de amostragem de 2KHz, que foi simultaneamente registrada através do sistema de aquisição de dados modelo EMG800C (EMG System Brasil), conectado ao software de aquisição de dados WINDAQ (WinDaqXL); ergômetro de tornozelo, desenvolvido pelo autor; gelo em cubos e bolsas de tecido para condicionamento do gelo, balança mecânica com estadiômetro modelo 31 (Filizola); termômetro infravermelho digital modelo TD-955 (ICEL-Manaus); cronômetro digital modelo C510Y (Oregon); trena antropométrica (Sanny).

A análise estatística foi realizada em pacote estatístico BioEstat 3.0, sendo utilizado o teste t de student pareado para avaliação da igualdade ou não das médias da variáveis temperatura e força normalizada, sendo adotado o nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

## Resultados

A temperatura local, mensurada sobre o músculo tibial anterior demonstrou diferença nas medidas PRE ( $31 \pm 0,28$  °C) e PÓS ( $11,9 \pm 0,99$  °C) no grupo CRIO ( $p < 0,05$ ), não sendo observada diferença nas medidas desta variável no grupo CONT (PRE ( $30,8 \pm 0,44$  °C) e PÓS ( $30,1 \pm 0,66$  °C)) ( $p > 0,05$ ).

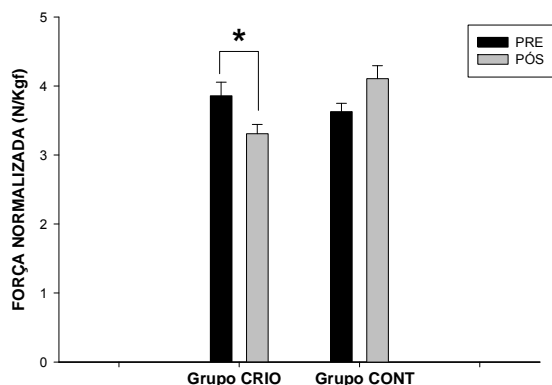


**Figura 1 – Média ± erro padrão da Temperatura local.** (\*) Diferença nas medidas PRE e PÓS no Grupo CRIO ( $p < 0,05$ ).

Visando minimizar grandes variações inter-individuais, a força muscular coletada por CIVM foi normalizada dividindo-se esta pela MCT, obtendo-se assim a força normalizada.

O grupo CRIO apresentou uma produção de força maior na medida PRE, sendo observada diferença significativa na medida PRE ( $3,8 \pm 0,2$  N/Kgf) em relação ao PÓS ( $3,3 \pm 0,13$  N/Kgf) ( $p < 0,05$ ). Já o grupo CONT não apresentou diferença significativa na

medida da força normalizada (PRE (3,6±0,12 °C) e PÓS (4,1±0,19 °C))(p > 0,05) .



**Figura 2 – Média ± erro padrão da Força normalizada (N/Kgf).** (\*) Diferença nas medidas PRE e PÓS no Grupo CRIO (p < 0,05).

## Discussão

Nossos resultados demonstram que houve variação significativa de temperatura entre os grupos CRIO e CONT. Estes dados estão de acordo com os publicados por Oksa et al, 1996 que demonstraram diminuição da temperatura superficial da perna após exposição por 60 minutos da mesma em uma câmara climatizada em 10°C e manutenção da temperatura cutânea quando exposta a uma temperatura de 27°C. Thornley et al (2003), observaram que a temperatura superficial da face anterior da coxa resfriada com compressas geladas a temperaturas de -11,9°C baixou para 12,4°C enquanto que em temperatura ambiente (24,5°C) a temperatura cutânea se manteve em 29,5°C.

No Grupo CRIO, a maior produção de força na medida PRE em relação à POS mostra uma diminuição de força após a aplicação crioterapia. O mesmo não foi observado no Grupo CONT. Esses resultados são confirmados pelos dados de Douris et al (2003) que investigaram a força isométrica máxima de preensão manual, tendo encontrado diminuição significativa da força após imersão do antebraço em água à 10° C.

Ruiter et al (1999) demonstraram que a força isométrica máxima do adutor do polegar foi significativamente menor com banhos de imersão por 20 minutos à 22° C do que à 37°C.

Contrastando com este estudo e os acima citados, Thornley et al (2003), demonstraram que a força isométrica máxima após crioterapia por 30 minutos não alterou o torque máximo dos extensores do joelho, porém, seus dados apresentaram uma tendência não significativa de diminuição da força. Segundo os autores, tal fato pode estar ligado à amostra ter sido

pequena (9 voluntários). Em nosso estudo, apesar da amostra ser pequena, as análises estatísticas dos dados da força mostraram significância no Grupo CRIO em contraste com o Grupo CONT. Confirmando os resultados de Thornley e colaboradores, Rubley et al (2003) também observaram que a crioterapia não afetou a variabilidade da força isométrica. Contudo, algumas diferenças metodológicas em seu trabalho podem ter influências nos resultados por eles obtidos. Dentre elas, a avaliação da força isométrica submáxima (10, 25 e 40%) e o tempo de crioterapia de 15 minutos.

Apesar da diferença metodológica, dados que corroboram com nossa pesquisa são os encontrados por Ruiz et al (1993), que investigaram os efeitos da crioterapia na força concêntrica e excêntrica do quadríceps. A força foi avaliada por meio de equipamento isocinético antes e após crioterapia (compressas de gelo por 25 minutos), mostrando que imediatamente após a aplicação do gelo, houve diminuição significativa da força concêntrica e excêntrica. Oksa et al (1996), estudando o ciclo alongar-contrair do músculo gastrocnêmio após aplicação de crioterapia em 10° C em câmara climatizada, encontraram diminuição significativa da força da fase de contração do ciclo alongar-encurtar.

A diminuição da força isométrica máxima após a crioterapia tem na literatura a sugestão de três mecanismos, o primeiro seria uma redução na interação das pontes-cruzadas ou uma diminuição do número de pontes-cruzadas da actina e miosina conectadas; o segundo seria uma diminuição no fluxo sanguíneo para as fibras superficiais do músculo que causaria uma inibição da contração e terceiro, uma redução na velocidade de condução nervosa e na velocidade de contração, que por consequência leva a diminuição da força (RUITER et al, 1999, RANATUNGA; WYLIE, 1983; KIMURA et al, 1997). É possível que os três mecanismos estejam presentes e a sua interação possa resultar na diminuição da força pós-aplicação da crioterapia.

## Conclusão

Os resultados permitem concluir que o resfriamento local através de compressa de gelo (crioterapia) por 30 minutos leva a diminuição da temperatura local, associada a diminuição da força muscular isométrica máxima de dorsiflexão, sendo postulado que os mecanismos de interação das pontes cruzadas da actina e miosina, da redução do fluxo sanguíneo pela vasoconstrição e diminuição da

velocidade de condução nervosa podem estar envolvidos neste evento.

A literatura apresenta diversas formas de aplicações do resfriamento tecidual, no entanto, os trabalhos envolvendo bolsas de gelo são escassos, sendo, portanto um contra-senso, uma vez que este é o método mais utilizado clinicamente.

Baseados em nossos resultados, recomendamos que exercícios isométricos máximos sejam utilizados com cautela imediatamente após a crioterapia, pois podem comprometer o desempenho muscular neste tipo de contração. Assim, sugerimos que outros estudos sejam feitos nesta área com uma amostra maior e acompanhando as medidas de força e temperatura em períodos maiores.

## Referências

- KNIGHT, K. L. **Crioterapia no tratamento das lesões esportivas**. Barueri, SP: Ed. Manole, 2000.
- MERRICK A. M.; JUTTE, L. S.; MICHAEL, S. E. Cold Modalities With Different Thermodynamic Properties Produce Different Surface and Intramuscular Temperatures. **Journal of Athletic Training**; v.38, n.1, p.28-33, 2003.
- HUBBARD, T.J.; ARONSON, S.L.; DENEGAR, C.R. Does cryotherapy hasten return to participation? **Journal of Athletic Training**; vol.39, n.1, p.88-94, 2004.
- COULANGE, M.; Consequences of prolonged total body immersion in cold water on muscle performance and EMG activity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 452, n. 1, p. 91-101, 2005.
- DUARTE; MACEDO, Efeito do Gelo no Momento Máximo de Força Durante o Movimento Concêntrico de Extensão do Joelho. **REVISTA ESSFISIONLINE**, v. 1, n.3, 2005. Disponível em: <http://www.ess.ips.pt/EssFisiOnline/index.html>.
- BORGMAYER, J. A.; SCOTT, B.A.; MAYHEW, J.L. The Effects of Ice Massage on Maximum Isokinetic-Torque Production. **Sport Rehabil.**v.13, p.1-8, 2004.
- VAN LUNEM, B. L.; et al. The Clinical Effects of Cold Application on the Production of Electrically Induced Involuntary Muscle Contractions. **Journal Sport Rehabilitation**, n. 12, p. 240-248. 2003.
- RUIZ, D. H.; et al., Cryotherapy and Sequential Exercise Bouts Following Cryotherapy on Concentric and Eccentric Strength in the Quadriceps. **Journal of Athletic Training**; v.28, n.4, p.320-323, 1993.
- THORNLEY, L. J.; MAXWELL, N. S.; CHEUNG. S. S. Local tissue temperature effects on peak torque and muscular endurance during isometric knee extension. **European Journal of Applied Physiology**, v. 90, p. 588-594, 2003.
- RUBLEY, M. D.; et al. Cryotherapy, Sensation, and Isometric-Force Variability. **Journal of Athletic Training**; v.38, n.2, p.113-119, 2003.
- OKSA, J. EMG-activity and muscular performance of lower leg during stretch-shortening cycle after cooling. **Acta Physiol Scand**; 157, p. 71-78, 1996.
- KINZEY, S. J.; et al. The effects of cryotherapy on ground-reaction forces produced during a functional test. **Journal Sport Rehabilitation**, n. 9, p. 3-14, 2000.
- KIMURA, I. F.; et al. The Effect of Cryotherapy on Eccentric Plantar Flexion Peak Torque and Endurance. **Journal of Athletic Training**; v.32, n.2, p.124-126, 1997.
- RUITER, C. J.; et al. Temperature effect on the rates of isometric force development and relaxation in the fresh and fatigued human adductor pollicis muscle **Experimental Physiology**, n. 84, p.1137-1150, 1999.
- HATZEL, B. M.; KAMINSKI, T. W. The effects of ice immersion on concentric and eccentric isokinetic muscle performance in the ankle. **Isokinetics and Exercise Science**; n. 8 p. 103-107, 2000.
- KISNER, C; COLBY, L. A . **Exercícios Terapêuticos – Fundamentos e Técnicas**. 4 ed. Barueri, SP: Ed. Manole, 2005.
- DOURIS P, MCKENNA R, MADIGAN K, CESARSKI B, COSTIERA R, LU M. Recovery of maximal isometric grip strength following cold immersion. **The Journal of Strength and Conditioning Research**: V. 17, N. 3, pp. 509-513, 2003.
- RANATUNGA, K. W.; WYLIE S. R. Temperature-dependent transitions in isometric contractions of rat muscle; **Journal of Physiology**, 339;87-95,1983.