

## EFEITO DA APLICAÇÃO DO FRIO NA SENSAÇÃO DE POSICIONAMENTO ARTICULAR DO TORNOZELO<sup>1</sup>

EFFECT OF THE COLD APPLICATION ON THE JOINT POSITION SENSE OF ANKLE

André dos Santos CABRAL<sup>2</sup>, Bianca da Silva CORRÊA<sup>3</sup>, Yuzo IGARASHI<sup>4</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** investigar como as modalidades crioterapêuticas de bolsa de gelo (BG) e imersão em água gelada (IAG) influenciam na capacidade proprioceptiva de percepção de posicionamento articular de sujeitos saudáveis. **Método:** pesquisa observacional e analítica, realizada no Laboratório de Mecanoterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade do Estado do Pará. Foi verificada a angulação articular do tornozelo de 15 indivíduos saudáveis, registrada pela fotogrametria em três posicionamentos da articulação do tornozelo: flexão máxima (FM), extensão máxima (EM) e a metade da amplitude entre FM e EM (1/2FE). Os posicionamentos articulares foram alcançados de forma ativa e sem ajuda visual. O registro foi realizado antes e depois da aplicação de duas modalidades crioterapêuticas, BG e IAG, na região do tornozelo, onde a temperatura da superfície da pele se manteve entre 5°C e 10°C durante 20 minutos. Aplicou-se o Teste t pareado, para analisar se houve alguma alteração dos ângulos mensurados após os protocolos crioterapêuticos. A sensibilidade tátil da pele foi aferida pelo estesiômetro antes e após os protocolos de aplicação do frio. **Resultados:** houve alteração da sensibilidade tátil cutânea de todos os indivíduos em ambos os protocolos, porém após o protocolo de IAG, 27% tiveram sensibilidade anormal ao teste estesiométrico e 73% mantiveram-se na faixa normal, enquanto que após o protocolo de BG apenas 7% tiveram sensibilidade anormal e 93% mantiveram-se com a sensibilidade preservada. Verificou-se alteração significativa no valor do ângulo articular de 1/2FE após o protocolo de BG e para EM após ambos os protocolos. **Considerações finais:** a aplicação da BG foi mais efetiva em alterar a sensação de posicionamento da articulação do tornozelo que a IAG.

**DESCRITORES:** crioterapia, propriocepção, fotogrametria

### INTRODUÇÃO

A crioterapia é uma modalidade termoterapêutica com aplicabilidade analgésica e antiinflamatória, largamente, utilizada em Fisioterapia. Tem-se demonstrado que os protocolos mais eficazes para diminuição da temperatura de um seguimento corporal são aqueles que utilizam gelo moído ou imersão<sup>1,2</sup>. O primeiro é geralmente realizado

com recipientes plásticos, enquanto o segundo por meio de água gelada e gelo, contidos em recipientes que possibilitem a imersão de extremidades.

Estudos<sup>3,4,5,6</sup> têm demonstrado que diversos fatores, tais como o envelhecimento, a fadiga muscular, a lesão articular e a crioterapia, podem diminuir a habilidade proprioceptiva dos indivíduos, porém no que diz respeito à influência da crioterapia, isso ainda não foi bem esclarecido.

<sup>1</sup> Trabalho realizado no Laboratório de Mecanoterapia da Universidade do Estado do Pará.

<sup>2</sup> Fisioterapeuta Mestre em Neurociências, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade do Estado do Pará.

<sup>3</sup> Fisioterapeuta.

<sup>4</sup> Fisioterapeuta Especialista em Traumatologia-ortopedia, Escola de Ensino Superior da Amazônia.

Em virtude da crioterapia ser muito utilizada tanto em atendimentos fisioterapêuticos ambulatoriais quanto em atividades desportivas<sup>1,2</sup>, surge o interesse nas suas implicações sobre a propriocepção, tendo em vista o risco de lesões diante da possível alteração desta sensação.

Muitos autores já investigaram se a crioterapia é capaz de alterar as diferentes modalidades de propriocepção, porém eles têm mostrado resultados controversos em relação a este efeito<sup>6,7,8,9,10,11,12,13</sup>. Possivelmente, a variabilidade destes resultados pode dever-se muito em função dos diversos protocolos terapêuticos utilizados, das diferentes articulações tomadas como referência, das diferentes habilidades proprioceptivas pesquisadas, bem como dos métodos para testar tal faculdade.

O protocolo de bolsa de gelo é um dos métodos mais utilizados tanto na clínica quanto para se investigar a influência da crioterapia na percepção proprioceptiva. A aplicação do pacote de gelo tem uma ação local, atingindo apenas os receptores articulares e as imediações da articulação e não outras estruturas importantes como músculos e tendões que, mesmo à distância, contribuem informando os centros superiores sobre a posição de seguimentos intimamente relacionados. Logo, um protocolo como a imersão em água gelada que possibilita o envolvimento de todas estas estruturas pode ter um maior efeito na supressão da propriocepção<sup>1,2</sup>.

Uma das modalidades proprioceptivas, largamente, estudadas é a sensação posicional ou sensação de posicionamento articular, que está relacionada à capacidade de reconhecermos em que posição uma determinada articulação ou seguimento corpóreo se encontra no espaço em relação ao corpo, sem o auxílio da visão<sup>14</sup>.

Várias técnicas são utilizadas para aferir a posição de um seguimento, uma delas é a fotogrametria, a qual possibilita registrar a posição do seguimento corpóreo através de medidas indiretas de dimensões e ângulos realizadas em fotogramas. Para isso o seguimento a ser fotografado deve ter pontos de referências ósseas apontados com marcadores de superfície reflexivos para auxiliar as mensurações através de programas de computador<sup>4</sup>.

Este trabalho comparou os efeitos da aplicação de bolsa de gelo (BG) e da imersão em água gelada (IAG) sobre o senso de posicionamento articular do tornozelo.

## **OBJETIVO**

Investigar a influência na capacidade proprioceptiva de posicionamento articular das modalidades crioterapêuticas de bolsa de gelo e imersão em água gelada.

## **MÉTODO**

Pesquisa do tipo observacional e analítica.

### **Casuística**

Estudo realizado no Laboratório de Mecanoterapia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade do Estado do Pará. Foram estudados 15 sujeitos sedentários saudáveis do sexo feminino, com idade de 18 a 25 anos, que participaram, voluntariamente, do experimento. Todos foram esclarecidos sobre os objetivos e métodos deste trabalho, assim como, os procedimentos estão de acordo com a declaração de Helsinki.

### **Teste de sensibilidade cutânea**

Primeiramente, aferiu-se a sensibilidade exteroceptiva da superfície plantar utilizando os monofilamentos de nylon de Semmes-Weinstein. Os pontos testados foram os mesmos estipulados pela ficha padrão de teste de sensibilidade do Ministério da Saúde para prevenção de incapacidade em Mal de Hansen<sup>15</sup>. Neste teste considerou-se com sensibilidade normal aqueles sujeitos que referiram sentir os monofilamentos cuja pressão era de até 2 g; aqueles que sentiram apenas monofilamentos com pressão acima deste valor, antes da realização dos dois protocolos, foram classificados como anormais e não participaram da pesquisa. Este procedimento foi realizado, imediatamente, antes e depois da aplicação dos protocolos de crioterapia.

### **Fotogrametria**

#### **Marcação dos pontos de referência**

Para mensuração da angulação articular, adotou-se como ponto de referência as proeminências ósseas da cabeça da fíbula, maléolo lateral e cabeça do quinto osso metatársico. Nestes pontos um único pesquisador posicionou um marcador de superfície reflexivo esférico de dimensão 1 x 1 cm (Pimaco) para posterior visualização em fotogramas.

### **Calibração da câmera**

Um esquadro com angulações conhecidas foi posicionado a 1,8 m de distância e ao mesmo nível da câmera fotográfica (Cyber Shot DSC-S730); em seguida capturou-se a imagem deste para posterior análise computadorizada em programa de computador (Corel Draw 12) para se assegurar que a mensuração angular seria real.

## Posicionamento e captura de imagem

O indivíduo então foi, previamente, orientado pelo pesquisador quanto aos movimentos que deveria realizar e em seguida foi posicionado em decúbito dorsal com o tornozelo livre para que esses movimentos fossem possíveis.

Desta forma era solicitado pelo pesquisador que o sujeito posicionasse seu tornozelo em flexão plantar máxima (FM), em seguida em dorsoflexão ou extensão máxima (EM) e logo após na angulação média entre a flexão máxima e a extensão máxima (1/2FE), assim, a imagem destas posições eram capturadas com a câmera fotográfica. Este procedimento foi realizado três vezes consecutivas, antes e depois dos protocolos de crioterapia estudados, antes de cinco minutos depois destes.

## Aplicação do frio

### Método de Imersão em água gelada (IAG)

A IAG foi realizada com o sujeito sentado na maca com a perna pendente imersa em um recipiente de capacidade de 28 l, contendo 16 l de água à temperatura ambiente e 8 l de gelo e desta forma a média da temperatura de imersão foi de  $7,27 \pm 0,04$  °C durante 20 min.

### Método de bolsa de gelo (BG)

A BG foi realizada com o sujeito em decúbito dorsal com dois pacotes plásticos contendo 1 l de gelo e 0,25 l de água foram moldados um de cada lado do tornozelo, estabelecendo contato até o limite superior de 4 cm acima dos maléolos e inferior até o processo estilóide do quinto osso metatarsiano. Desta forma a média da temperatura na interface pele foi de  $6,87 \pm 0,13$  °C durante 20 min.

### Controle da temperatura

Para ambos os protocolos a temperatura foi controlada a cada 2,5 min, para que a mesma fosse mantida entre 5 °C e 10 °C. Para isso, posicionou-se um sensor de temperatura (termohigrometro digital IMPAC) tanto na interface pele/bolsa de gelo resfriado, quanto na parte mais inferior do recipiente de imersão.

## Processamento e análise de dados

Os ângulos foram mensurados por análise computadorizada dos fotogramas, obtidos antes e depois dos dois protocolos de aplicação de frio em um programa de computador (Corel Draw 12).

Os ângulos obtidos foram tabulados para realização da estatística descritiva, em seguida aplicou-se o Teste t pareado.

## RESULTADOS

A média da temperatura na aplicação de IAG foi de  $7,27 \pm 0,04$  °C, enquanto que a da interface pele/BG foi de  $6,87 \pm 0,13$  °C durante 20 min.

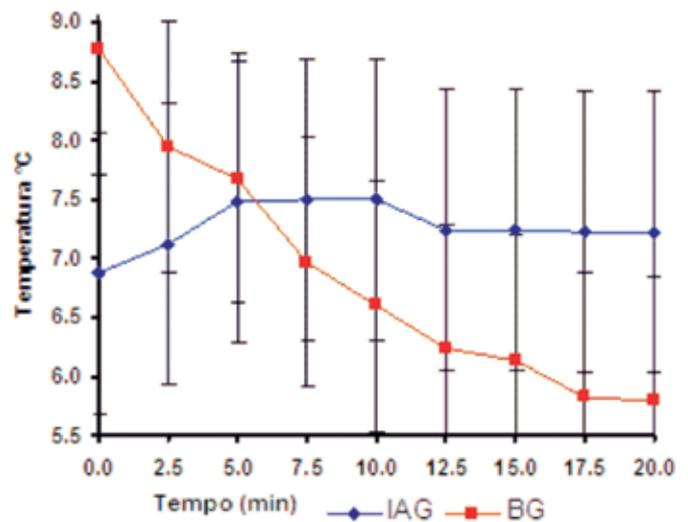


Figura 1 - Variação da temperatura da aplicação de BG e IAG em função do tempo

Após a aplicação de ambos os protocolos todos os sujeitos tiveram diminuição da sensibilidade exteroceptiva, porém após BG 7% dos sujeitos atingiram níveis inferiores que os limites normais, enquanto após a IAG 27% da amostra obtiveram valores inferiores que os limites de sensibilidade normal.

O Teste t pareado demonstrou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no valor do ângulo articular do posicionamento 1/2FE após o protocolo de BG. Para a angulação do posicionamento EM, ocorreu diferença significativa ( $p < 0,05$ ) após ambos os protocolos (Tabela I).

**Quadro I** - Média e desvio padrão dos valores angulares normalizados para cada um dos posicionamentos estudados.

**Laboratório de Mecanoterapia da UEPA 2009**

Protocolo	Ângulo de posicionamento da articulação do tornozelo		
	FM	EM	½ FE
IAG antes	0.94±0.04	0.76±0.08	0.89±0.08
BG antes	0.94±0.04	0.91±0.06	0.92±0.04
IAG depois	0.93±0.07	0.88±0.07*	0.91±0.05
BG depois	0.94±0.04	0.85±0.07*	0.9±0.04*

\* p < 0,05

## DISCUSSÃO

Assim como em trabalhos anteriores, os métodos de crioterapia aqui aplicados foram eficazes em diminuir a temperatura superficial do seguimento em questão, sendo o método de BG mais eficaz para essa função, apesar de não ser significativamente diferente da IAG1.

A diminuição da sensibilidade exteroceptiva demonstrou que ambos os protocolos foram eficazes na diminuição da velocidade de condução das fibras nervosas do tecido cutâneo. O protocolo de IAG demonstrou ser mais eficaz neste aspecto. Provavelmente, isso se deve a sua ação direta no tecido cutâneo da superfície plantar, porém, mesmo não havendo esta ação durante o protocolo de BG, este foi capaz de diminuir a sensibilidade exteroceptiva na superfície plantar, o que demonstra que a ação da crioterapia não se limita apenas as estruturas cutâneas, mas, também, nas vias de condução da sensibilidade cutânea transduzida dos receptores plantares ao respectivo nervo.

Os resultados encontrados concordaram com alguns trabalhos que afirmam existir uma diminuição da propriocepção após a aplicação da crioterapia<sup>6,11,12,13</sup>.

Este resultado difere de outros estudos realizados em outras articulações<sup>7,8,9,10</sup>, entretanto, isso pode ter sido determinado em virtude de que a percepção de posicionamento articular bem como o controle de movimento ocorrem de forma diferente em diferentes articulações<sup>7</sup>.

O protocolo de IAG utilizado neste estudo abrange todas as áreas referentes as estruturas responsáveis por gerar informação do posicionamento da articulação do tornozelo (pele, músculos e tendões da perna e pé, ligamentos e cápsula articular do tornozelo), portanto, esperado que este fosse mais prejudicial para percepção proprioceptiva,

porém isso não ocorreu. O protocolo de BG teve uma ação maior sendo capaz de alterar significativamente a capacidade de percepção de posicionamento do tornozelo em duas posições enquanto que o de IAG apenas em uma.

Estudos mostram que a sensação posicional tem maior contribuição de receptores articulares e de estiramento da pele que de receptores musculares. Além disso, quanto mais distal a articulação menos importante se torna a contribuição de receptores musculares, logo, em articulações mais distais como o tornozelo, existe maior contribuição de receptores articulares e de estiramento da pele adjacente<sup>16</sup>. Isso explica não só porque uma modalidade crioterapêutica localizada tal como a BG pode ser mais eficaz em interferir na sensação do posicionamento articular do tornozelo, como as divergências dos resultados aqui apresentados quando comparados com os mostrados em trabalhos que aplicaram este protocolo em articulações proximais<sup>7,9</sup>.

O mecanismo neural envolvido no processamento dessas informações ainda não foi muito bem elucidada. Sabe-se, atualmente, que além da informação aferente, a informação eferente de esforço para realizar determinada atividade também é importante neste processamento<sup>7,17,18</sup>.

Desta forma, outra hipótese que suportaria os resultados aqui encontrados consiste na dificuldade de interpretação da informação aferente por parte do sistema nervoso central. O protocolo de BG utilizado neste trabalho abrange apenas algumas estruturas responsáveis pela informação da posição articular do tornozelo (pele, tendões e músculos próximos ao tornozelo e do pé, bem como ligamentos e cápsula articular do tornozelo). Assim sendo, o sistema nervoso central pode passar a ter dificuldade de interpretar as informações aferentes articulares diminuídas e divergentes das estruturas proximais da perna, as quais fornecem informações normais sobre esta articulação, gerando um julgamento impreciso da posição articular, devendo ser melhor elucidado.

Não obstante, apesar do protocolo de IAG ser capaz de diminuir a aferência proprioceptiva das estruturas presentes na perna, tornozelo e pé, essas podem ser concordantes por parte de todas as estruturas que geram a informação proprioceptiva, ocorrendo uma maior probabilidade de haver um julgamento correto por parte do sistema nervoso central sobre o real posicionamento da articulação, podendo explicar porque o protocolo de IAG foi menos eficaz em atingir a habilidade proprioceptiva.

Os sujeitos tiveram maior dificuldade em reproduzir as posições de ½ FE e de EM. Em virtude de ser uma postura de relaxamento e em que as tensões teciduais são diminutas, há pouca emissão de informação por

parte dos receptores proprioceptivos, a ½ FE se torna de difícil reprodução após a aplicação da crioterapia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ação do protocolo de BG foi mais eficaz que o de IAG em alterar a sensação de posicionamento

articular do tornozelo. O mecanismo envolvido para este resultado ainda precisa ser melhor elucidado. Não se tem subsídios significantes para afirmar que as alterações fisiológicas aqui detectadas podem promover algum déficit funcional importante na mobilidade ativa, havendo necessidade de uma melhor investigação para essa questão.

## SUMMARY

### EFFECT OF THE COLD APPLICATION ON THE JOINT POSITION SENSE OF ANKLE

André dos Santos CABRAL, Bianca da Silva CORRÊA e Yuzo IGARASHI

**Objective:** to investigate how the cryotherapeutics modalities of ice bag and cold water immersion influence the joint positional sense in healthy subjects. **Method:** observational and analytical research, performed in Mecanotherapy Laboratory of Biological Science and Health Center of State University of Pará. The angulations joint of ankle were recorded from 15 healthy subjects using photogrametry technique for three joint positions: total flexion, total extension and a midway of this two positions. These positions were performed actively and without vision sense. Record position procedure was done before and after the application of ice bag and cold water immersion, fixed between 5°C and 10°C in ankle joint for 20 minutes and results were compared. Skin exteroceptive sense was evaluated before and after of cryotherapy applications with estesiometer device. **Results:** after cryotherapy applications, alteration in exteroceptive sense was detected in all subjects, however after cold water immersion application, 27% of subjects presented abnormal exteroceptive sense, whereas after ice bag application only 7% presented abnormal exteroceptive sense. Significant alteration ( $p < 0,05$ ) of ankle joint position sense was observed in midway position after ice bag application and after both application for the total extension. **Conclusion:** application of ice bag had more efficacy than cold water immersion to impair of ankle joint position sense.

**KEYWORDS:** cryotherapy, proprioception, photogrametry

## AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado do Pará.  
Aos voluntários da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Kennet J, Hardaker N, Hobbs S, Selfe J. Cooling Efficiency of 4 Common Cryotherapeutic Agents. *J Athl Train.* 2007,42:343-348.
2. Warren TA, Mccarty EC, Richardson AL, Michener T, Spindler KP. Intra-articular Knee Temperature Changes Ice Versus Cryotherapy Device. *Am J Sports Med.* 2004,32:441-445.
3. Madhavan S, Shields RK. Influence of age on dynamic position sense: evidence using a sequential movement task. *Exp Brain Res.* 2005;164:18-28.
4. Ribeiro F, Mota J, Oliveira J. Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. *Eur J Appl Physiol.* 2007,99:379-385.
5. Dover GC, Kaminski TW, Meister K, Powers ME, Horodyski MB. Assessment of Shoulder Proprioception in the Female Softball Athlete. *Am J Sports Med.* 2003,31:431-347.
6. Hopper D, Whittington D, Davies J, Chartier JD. Does ice immersion influence ankle joint position sense? *Physiother Res Int.* 1997,2:223-36.

7. Dover G, Powers ME. Cryotherapy does not impair shoulder joint position sense. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85:1241-1246.
8. La Riviere J, Osternig LR. The effect of ice immersion on joint position sense. *J Sport Rehabil.* 1994;3:58-67.
9. Thieme HA, Ingersoll CD, Knight KL, Ozmun JC. Cooling does not affect knee proprioception. *J Athl Train.* 1996;31:8-11.
10. Marini, R., Forti, F. A influência da crioterapia na propriocepção do joelho de indivíduos saudáveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 12., 2007, São Carlos (SP). Artigos... São Carlos: UNESP, 2007.
11. Wassinger CA, Myers JB, Gatti JM, Conley KM, Lephart SM. Proprioception and Throwing Accuracy in the Dominant Shoulder After Cryotherapy. *J Athl Train.* 2007;42:84-89.
12. Gerig B. The effects of cryotherapy upon ankle proprioception. *J Athl Train.* 1990;25:119.
13. Uchio Y, Ochi M, Fujihara A, Adachi N, Iwasa J, Sakai Y. Cryotherapy influences joint laxity and position sense of the healthy knee joint. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84:131-135.
14. Kandel ER, Schwartz JH, JESSEL, TM. *Princípios da Neurociência.* 4. ed. São Paulo (SP): Manole LTDA, 2003. p. 443.
15. MS. *Manual de prevenção de incapacidades.* 2001, 107 p.
16. Proske U. Kinesthesia: the role of muscle receptors. *Muscle Nerve.* 2006;34:545-558.
17. Ansems GE, Allen TJ, Proske U. Position sense at the human forearm in the horizontal plane during loading and vibration of the elbow muscles. *J Physiol.* 2006, 576.2:445-455.
18. Winter JA, Allen TJ, Proske U. Muscle spindle signals combine with the sense of effort to indicate limb position. *J Physiol.* 2005, 568, 1035-1046.

#### **Endereço para correspondência**

André dos Santos Cabral.  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Universidade do Estado do Pará  
Av. Plácido de Castro 1399, Aparecida.  
68040-090 Santarém, Pará  
Telefone: (093) 3523-5118  
ascfsio@gmail.com

Yuzo Igarashi  
Escola Superior de Ensino da Amazônia  
Rua Municipalidade, 530, Reduto.  
66053-180 Belém, Pará  
Telefone: (091) 3224-7720  
igarashiyuzo@hotmail.com

Recebido em 20.09.2011 – Aprovado em 21.01.2011