

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS

AMILTON VIEIRA

PACOTE DE GELO E IMERSÃO EM ÁGUA GELADA AFETAM O
DESEMPENHO MUSCULAR E A ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA

SÃO CARLOS

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS

AMILTON VIEIRA

PACOTE DE GELO E IMERSÃO EM ÁGUA GELADA AFETAM O
DESEMPENHO MUSCULAR E A ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA

Dissertação apresentada ao
Programa Interinstitucional de Pós-
Graduação em Ciências Fisiológicas,
para obtenção do título de Mestre em
Ciências Fisiológicas.

*Orientação: Profa. Dra. Tania de
Fatima Salvini*

SÃO CARLOS

2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

V658pg

Vieira, Amilton.

Pacote de gelo e imersão em água gelada afetam o desempenho muscular e a atividade eletromiográfica / Amilton Vieira. -- São Carlos : UFSCar, 2012.
46 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Fisiologia. 2. Crioterapia. 3. Dinamômetro isocinético. 4. Eletromiografia. 5. Tornozelos. I. Título.

CDD: 612 (20^a)

Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências
Fisiológicas
Associação Ampla UFSCar/UNESP

Folha de Aprovação

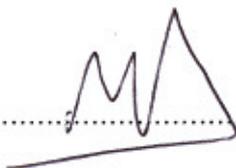
Dissertação de Mestrado de Amilton Vieira

Dia 30/03/2012

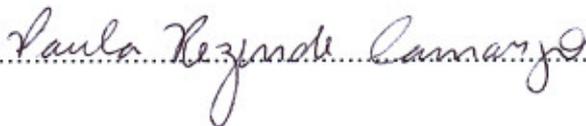
Profª. Drª. Tania de Fátima Salvini.....



Prof. Dr. Marcos Duarte.....



Profª. Drª. Paula Rezende Camargo.....



Dedico este trabalho a todos aqueles
que acreditam e trabalham por
um mundo melhor

“Não há problema que não possa ser solucionado pela paciência.”

(Francisco Cândido Xavier)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha querida mãe Maria que fez todo o alicerce e deu todo o embasamento moral para que eu estive aqui. Ao meu pai, Athail, pelo auxílio que me foi dado durante minha formação acadêmica. À Caroline, mulher, namorada, companheira e amiga em todos os momentos.

À minha orientadora Tânia, por sua dedicação no desenvolvimento científico do nosso país. Você me fez entender o que é ciência e a importância da prática profissional baseada em evidências e na ética.

Agradeço ao Anderson, Diego, Guilherme e Rodrigo pelos dias de estudos fisiológicos, sem vocês eu não teria passado por aquela prova. Anderson e Diego que nunca lhes falte “fosfato”. Que o Guilherme continue sendo exigente e melhore todos aqueles de estão próximos a você, assim como fez comigo. Que o Rodrigo continue sendo acolhedor e amigo.

Ao pessoal do laboratório de Fisiologia do Exercício/DCF. Ao Vilmar, que não só abriu as portas do laboratório, mas abriu as portas do conhecimento para mim. Agradeço a todos que de alguma forma fizeram minha estada em São Carlos melhor.

Ao pessoal do laboratório de Plasticidade Muscular/DFISIO. À Paula que muito tem ensinado e foi fundamental para o meu amadurecimento científico. À Bia e Marê pela paciência e disponibilidade.

A todos os participantes que voluntariamente sofreram todos os procedimentos literalmente “gelados” do estudo. Ao Jeremias pela dedicação e esforço durante esta pesquisa.

Aos meus amigos José Mário (Fumaça), Fabiano e Thiago. Apesar da distância que nos foi imposta vocês sempre estiveram no meu pensamento, me inspirando e motivando.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Finalmente, agradeço todas as dificuldades que enfrentei, pois se não fosse por elas eu não teria saído do lugar.

RESUMO

Contextualização: Embora o resfriamento tecidual seja amplamente utilizado no tratamento de lesões músculo esqueléticas há ainda controvérsias sobre seus efeitos no desempenho muscular. Estudar esse aspecto é importante uma vez que o resfriamento também é utilizado associado a exercícios físicos. **Objetivo:** Comparar os efeitos do pacote de gelo e da imersão em água gelada sobre parâmetros do desempenho muscular dos flexores plantares e atividade eletromiográfica (EMG) do tríceps sural. **Desenho:** Foi realizado um estudo experimental com distribuição aleatória dos participantes em dois grupos de intervenção, pacote de gelo (n=20) e imersão em água gelada (n=21). As variáveis independentes foram grupo experimental (pacote de gelo ou imersão em água gelada), tipo de contração (isométrica ou isocinética concêntrica), velocidade angular do teste isocinético (60 e 120°/s) e tempo de mensuração (pré- e pós-resfriamento). Variáveis dependentes foram temperatura da pele, parâmetros de desempenho muscular e atividade EMG. **Métodos:** Quarenta e um homens saudáveis, com média de idade (DP) de 22,15 (2,89) anos participaram do estudo. Cada grupo recebeu uma das duas modalidades de resfriamento, aplicada sobre a região da panturrilha por 20 minutos. A temperatura da pele e parâmetros do desempenho muscular dos flexores plantares e da atividade EMG dos músculos sóleo e gastrocnêmio medial e lateral foram avaliados antes e imediatamente após o resfriamento. **Resultados:** O pacote de gelo causou aumento no pico de torque isométrico. A atividade EMG foi reduzida em ambos os músculos sóleo e gastrocnêmio pelas duas modalidades de resfriamento durante a contração isométrica. As duas modalidades de resfriamento reduziram o pico de torque e trabalho total na contração isocinética em ambas as velocidades avaliadas. De modo geral, o pacote de gelo foi mais efetivo para reduzir a atividade EMG na contração isocinética. **Conclusões:** O pacote de gelo e a imersão em água gelada mostram efeitos similares sobre o desempenho muscular, o qual é dependente a ação muscular realizada. O resfriamento muscular diminui o desempenho durante a contração isocinética e o pacote de gelo aumenta o torque isométrico. Os resultados sugerem cautela quando forem realizadas atividades dinâmicas após o resfriamento, especialmente durante contrações isocinéticas máximas.

Palavras-chave: dinamômetro isocinético, eletromiografia, crioterapia, tornozelo, músculo tríceps sural.

ABSTRACT

Background. Although tissue cooling is widely used in the treatment of musculoskeletal disorders there is still controversy about its effects on muscular performance. It is important to study this issue since cooling is also combined with exercise. **Objective.** To compare the effects of ice pack and cold water immersion on the muscular performance parameters of plantar flexors and electromyography (EMG) activity of the triceps surae. **Design.** Subjects were randomly assigned treatment with either ice pack (n=20) or cold water immersion (n=21). Independent variables were cold modality (ice pack or cold water immersion), muscle action (isometric and concentric isokinetic, angular velocity of isokinetic test (60 and 120°/s) and measurement time (pre- and post-cooling). Dependent variables were skin temperature, muscular performance and EMG activity. **Methods.** The sample included 41 healthy men with a mean age of 22.15 (SD=2.89). In each group one of the two cold modalities was applied to the calf region for 20 minutes. Skin temperature, plantar flexors muscular performance parameters and EMG activity of the triceps surae were measured before and after cooling. **Results.** Ice pack increased isometric peak torque. Both cold modalities reduced EMG activity in both muscles during isometric contraction. Both cold modalities reduced peak torque and total work during isokinetic contraction at both velocities. Ice pack was more effective at reducing EMG activity in isokinetic contractions. **Limitations.** The examiner was not blinded regarding treatment group and the population included only young healthy participants. **Conclusions.** Ice pack and cold water immersion showed similar effects on muscular performance, which depends on the muscle action performed. Cooling decreased isokinetic performance and the ice pack increased isometric torque. The results suggest that caution is required when performing activities after cooling, especially tasks involving maximal isokinetic contractions.

Key words: isokinetic dynamometer, electromyography, cryotherapy, ankle, triceps surae muscle

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Características demográficas dos participantes.....	Página 17
Tabela 2.	Efeitos das modalidades de resfriamento sobre os parâmetros determinados no teste isométrico..	Página 29
Tabela 3.	Efeitos das modalidades de resfriamento no teste isocinético a 60 e 120°/s.....	Página 30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Área de resfriamento do grupo pacote de gelo.....	Página 19
Figura 2.	Área de resfriamento do grupo imersão em água gelada.....	Página 20
Figura 3.	Posicionamento dos participantes no dinamômetro isocinético para mensuração do desempenho muscular dos músculos flexores plantares.....	Página 22
Figura 4.	Fluxograma dos participantes.....	Página 27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. MÉTODOS	16
2.1 Participantes	16
2.2 Instrumentos	17
2.3 Procedimentos	18
2.4 Modalidades de resfriamento	19
2.5 Mensuração da temperatura da pele	21
2.6 Mensuração do desempenho muscular em dinamômetro	21
2.7 Registro da atividade EMG	23
2.8 Confiabilidade intra-avaliador dos parâmetros de dinamometria e EMG	23
2.9 Processamento dos dados	24
2.10 Análise estatística	24
3. RESULTADOS	26
3.1 Confiabilidade Intra-avaliador dos parâmetros de dinamometria e EMG	26
3.2 Características demográficas dos participantes	26
3.3 Efeitos das modalidades de resfriamento sobre a temperatura da pele.....	27
3.4 Efeitos das modalidades de resfriamento sobre o desempenho muscular e atividade EMG durante contração isométrica	28
3.5 Efeitos das modalidades de resfriamento sobre o desempenho muscular e atividade EMG durante contrações isocinéticas	28
4. DISCUSSÃO	31
5. CONCLUSÕES	38
6. REFERÊNCIAS	39
ANEXO A - Parecer do CEP em Seres Humano da UFSCar.....	44
ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	45
ANEXO C - Comprovante de submissão do manuscrito.....	46

1. INTRODUÇÃO

A crioterapia é caracterizada pela aplicação de qualquer substância que resulte em retirada de calor do corpo e conseqüentemente, reduza a temperatura tecidual (MEEUSEN; LIEVENS, 1986). Atribui-se à redução na temperatura tecidual os efeitos terapêuticos necessários para auxiliar no tratamento das lesões músculo esqueléticas. Tais efeitos se devem principalmente pela redução da velocidade de condução nervosa (VCN) (ALGAFLY; GEORGE, 2007; HERRERA et al., 2010), fluxo sanguíneo (TABER et al., 1992) e metabolismo tecidual local (SAPEGA et al., 1988). A crioterapia promove o alívio da dor (OHKOSHI et al., 1999), reduz a formação de edema (DEAL et al., 2002) e a área de lesão secundária (MERRICK; JUTTE; SMITH, 2003; OLIVEIRA; RAINERO; SALVINI, 2006). A eficácia terapêutica aliada à praticidade e baixo custo conferem à crioterapia sua extensa utilização como modalidade terapêutica no tratamento de lesões músculo esqueléticas no âmbito clínico e esportivo.

São várias as modalidades de crioterapia, sendo as mais comuns o pacote com gelo ou gel, aplicado com ou sem compressão, imersão em água gelada, massagem com gelo e *sprays* refrigerantes (KNIGHT, 1995). Dentre estas, a imersão em água gelada e o pacote de gelo são considerados como os mais efetivos em sua ação terapêutica pela melhor eficiência no resfriamento durante a aplicação e na manutenção do resfriamento após sua remoção (KANLAYANAPHOTPORN; JANWANTANAKUL, 2005; KENNET et al., 2007; DYKSTRA et al., 2009). Recentemente, foi observado que essas duas modalidades têm distintas capacidades de resfriamento tecidual e atuam de modo diferente na função neuromuscular (HERRERA et al., 2010). As principais diferenças entre as

modalidades de crioterapia provêm das diferentes capacidades termodinâmicas e da área total resfriada (MERRICK; JUTTE; SMITH, 2003; HERRERA et al., 2010).

Os efeitos da redução de temperatura sobre os parâmetros de condução nervosa estão bem descritos na literatura (HALAR; DELISA; BROZOVICH, 1980,1981; DIOSZEGHY; STALBERG, 1992; HERRERA et al., 2010) e provavelmente resultam de alterações na estrutura da membrana axonal e sobre a condutância dos canais sensíveis à voltagem de cálcio (ALGAFLY; GEORGE, 2007), sódio e potássio (DIOSZEGHY; STALBERG, 1992). Conseqüentemente, diminui a velocidade de propagação do sinal elétrico que poderá se refletir em menor capacidade de realizar tarefas dependentes de geração de força máxima (DRINKWATER, 2008).

HERRERA et al. (2010) investigaram os efeitos de três diferentes modalidades (pacote de gelo, imersão em água gelada e massagem com gelo) sobre os parâmetros sensoriais e motores de condução nervosa nos nervos sural e tibial posterior de homens jovens saudáveis. Neste estudo, o resfriamento induzido pelas três modalidades diminuiu a VCN e prolongou a latência e duração dos potenciais de ação compostos. No entanto, a imersão em água gelada causou as maiores diminuições tanto da velocidade sensorial quanto motora, provavelmente porque a área de resfriamento dessa modalidade foi maior. Os autores sugeriram que as maiores alterações fisiológicas ocasionadas pela imersão em água gelada resultariam também em maior déficit do desempenho muscular. No entanto, novos estudos são necessários para investigar essa hipótese.

O impacto funcional da diminuição do desempenho muscular induzido pelo resfriamento tem sido objeto de investigações (COSTELLO; DONNELLY, 2010). Durante a prática esportiva é comum os atletas com pequenas lesões utilizarem

crioterapia e imediatamente após retornarem à competição. No entanto, uma revisão sistemática recente recomenda cautela no retorno às atividades dinâmicas após o resfriamento, pois esse procedimento compromete a função motora e a propriocepção, aumentando o risco de nova lesão (COSTELLO; DONNELLY, 2010). Há ainda controvérsias na literatura sobre esse assunto, com estudos indicando que o resfriamento não afeta (RUBLEY et al., 2003; THORNLEY; MAXWELL; CHEUNG, 2003), e outros que ele aumenta o desempenho muscular (CATLAW; ARNOLD; PERRIN, 1996; SANYA; BELLO, 1999; HOPKINS; STENCIL, 2002). As divergências entre os resultados desses estudos podem estar associadas a diferenças metodológicas, como o tipo de ação muscular avaliada, modalidades de resfriamento utilizadas, duração do resfriamento, área total resfriada, entre outros. Estas controvérsias reforçam a necessidade de mais estudos sobre os efeitos do resfriamento no desempenho muscular, particularmente como as diferentes modalidades de resfriamento afetam a produção de força e a atividade EMG. Esse tipo de estudo contribuiria para o entendimento dos efeitos fisiológicos de diferentes modalidades de resfriamento no desempenho muscular e poderia auxiliar os profissionais na escolha da modalidade mais adequada. Considerando que resultados prévios do nosso laboratório mostraram que o pacote de gelo e a imersão em água gelada diminuem a VCN sensorial e motora (HERRERA et al., 2010) o presente estudo tem como objetivo verificar os efeitos dessas duas modalidades de resfriamento no desempenho muscular dos flexores plantares e na atividade EMG do tríceps sural durante a flexão plantar de sujeitos jovens saudáveis.

2. MÉTODOS

Realizou-se um estudo experimental com distribuição aleatória dos sujeitos em dois grupos, sendo: (1) pacote de gelo; (2) imersão em água gelada. Foram consideradas como variáveis independentes o grupo experimental (pacote de gelo e imersão em água gelada), tipo de contração (isométrica e isocinética concêntrica), velocidade angular do teste isocinético (60°/s e 120°/s) e o tempo de mensuração (antes e após resfriamento). As variáveis dependentes foram: temperatura da pele (graus Celsius), pico de torque (N.m) e trabalho total (Joule) dos músculos flexores plantares, *root mean square* (RMS) da amplitude (%CIVM) e frequência mediana (Hz) dos músculos sóleo e das porções medial e lateral do gastrocnêmio.

2.1 Participantes

O cálculo da amostra foi realizado a partir do software Sigma Plot (versão 11.0¹). Para tal, foram estabelecidos os valores de α (erro tipo I) e β (erro tipo II) a 5% e 20%, respectivamente, com power esperado de 80%. Baseado no estudo realizado por Mattacola e Perrin (MATTACOLA; PERRIN, 1993), o desvio-padrão esperado para a avaliação do pico de torque de flexão plantar a 60°/s foi de 14,24 N.m e a diferença considerada significativa da média de 10,22 N.m (15% do pico de torque de acordo com (DVIR, 2004), totalizando uma amostra de 18 voluntários para cada grupo.

Homens jovens (n=41) estudantes universitários, foram recrutados a participarem do estudo por meio de panfletos fixados em locais de grande visibilidade do campus universitário e do convite verbal realizado nas salas de aula. Os dados demográficos dos participantes são apresentados na tabela 1. Os critérios

¹ Systat Software Inc, 1735 Technology Dr, Ste 430, San Jose, CA 95110.

de inclusão foram: indivíduos saudáveis do gênero masculino, idade entre 18 e 30 anos, índice de massa corporal (IMC) entre 19 e 25 kg/m² e sem distúrbios ou doença que alterassem o desempenho muscular. Os critérios de exclusão foram: histórico de consumo diário de álcool, tabagismo, doenças cardiovasculares ou vascular periférica, diabetes, desordens musculoesqueléticas ou neurológicas, trauma recente ou cirurgia do membro inferior, reações adversas ao frio ou fenômeno de Raynaud. Adicionalmente, foram feitas recomendações para que os indivíduos não ingerissem alimentos ou bebida estimulante duas horas antes do teste. Também foram orientados a não praticar exercícios físicos nesse dia. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa em Seres Humanos da UFSCar (402/2009) e os sujeitos foram informados sobre os procedimentos experimentais, riscos envolvidos no estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Tabela 1. Características demográficas dos participantes.

Variáveis	Pacote de Gelo (n=20)	Imersão em Água Gelada (n=21)
Idade (anos)	21,90 (2,59)	22,33 (3,20)
Altura (cm)	177,20 (6,80)	179,88 (8,38)
Massa (kg)	74,35 (8,48)	74,80 (8,52)
Índice de massa corporal (kg/m ²)	23,60 (1,53)	23,11 (2,10)

Os dados são apresentados como média (desvio-padrão).

2.2 Instrumentos

Um dinamômetro Biodex System III² foi utilizado para obtenção das variáveis relacionadas ao desempenho muscular. A atividade elétrica dos músculos que

² Biodex Medical Systems Inc, 20 Ramsey Rd, Shirley, NY 11967.

compõe o tríceps sural foi captada e registrada por meio de um eletromiógrafo de superfície (EMG800C³). A temperatura da pele foi mensurada por um termômetro infravermelho portátil (Raytek ST PRO⁴) e a temperatura da água foi controlada a partir de uma termoresistência com indicador digital (FE05I⁵).

O pacote de gelo consistiu em um saco plástico (24x33 cm) com 1,5 kg de cubos de gelo sem excesso de ar. Para a imersão em água gelada foi utilizado um recipiente de PVC (30x45x50 cm) com água a 9,4 (0,4) °C.

2.3 Procedimentos

Os participantes do estudo foram avaliados em duas visitas ao laboratório. Na primeira visita foi assinado o termo de consentimento, preenchido um questionário sobre suas condições gerais de saúde e mensurados peso e altura. Nesta sessão também foi realizado o procedimento de familiarização com os equipamentos e os procedimentos do teste. A seguir, os participantes foram aleatoriamente alocados em um dos grupos experimentais utilizando o *web site* randomization.com (<http://www.randomization.com>). Após intervalo entre dois e sete dias os indivíduos foram submetidos aos procedimentos do seu respectivo grupo experimental.

Todos os procedimentos foram realizados no período entre 13 e 17 h em sala refrigerada mantida a 24 (1,07) °C. Antes da avaliação o dinamômetro foi calibrado e assegurado junto aos participantes o cumprimento de todas as recomendações para o teste. Inicialmente, para aclimatação com a temperatura da sala, os participantes permaneceram deitados em maca por 15 minutos. Durante este período, foi demarcado o local da aplicação das modalidades de resfriamento e realizados os procedimentos para a fixação dos eletrodos para registro da atividade EMG. Todos

³ EMG System do Brasil Ltda, São José dos Campos, SP 12245-572.

⁴ Raytek Corp, 1201 Shaffer Rd, Santa Cruz, CA 95061.

⁵ Flyever Equipamentos Ltda, São Carlos, SP, 13569-140.

os procedimentos de teste e as intervenções foram realizados na perna dominante, definida como a perna preferida para o chute. Os testes para a mensuração do desempenho muscular, registro da atividade EMG e mensuração da temperatura foram realizados antes e após o resfriamento.

2.4 Modalidades de resfriamento

As modalidades de resfriamento foram aplicadas por 20 minutos consecutivos pelo mesmo fisioterapeuta. Esta duração é frequentemente usada para tratamentos, por ser suficiente para alcançar os efeitos terapêuticos e evitar complicações da crioterapia (BELITSKY et al., 1987; MALONE; GARRETT, 1992). O pacote de gelo foi aplicado na panturrilha em uma área retangular de 24x33cm determinada previamente (Fig. 1A). O pacote de gelo foi colocado diretamente sobre a pele e foi estabilizado na panturrilha por uma faixa elástica (Fig. 1B).

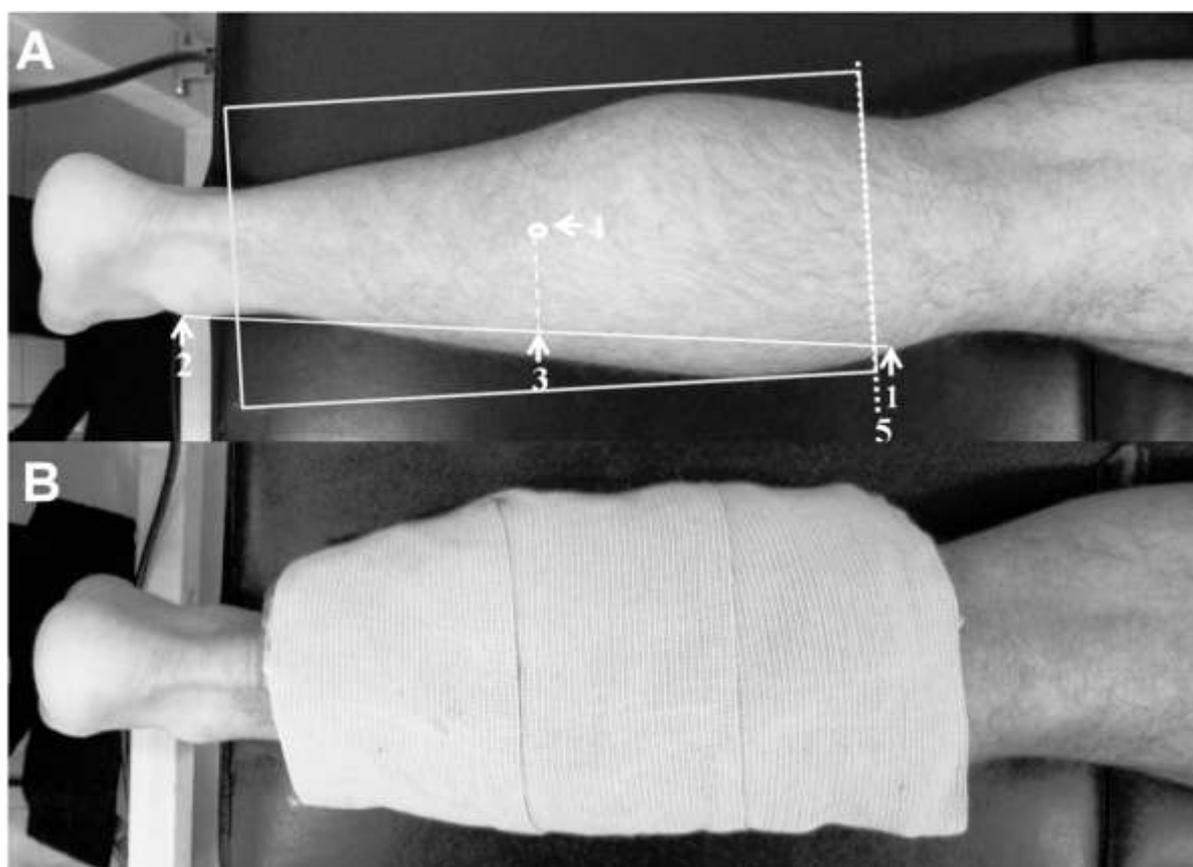


Figura 1. Área de resfriamento nos sujeitos do grupo pacote de gelo. **A:** O pacote de gelo foi aplicado em uma área retangular, determinada conforme o seguinte procedimento: a) mensuração do comprimento da perna entre a cabeça da fíbula (1) e o maléolo lateral (2); b) determinação do ponto médio entre a cabeça da fíbula e o maléolo lateral (3); c) projeção de uma linha perpendicular para a parte posterior da perna, demarcando o ponto médio da panturrilha (4); d) demarcação de um retângulo de 33x24 cm, onde posteriormente foi aplicado o pacote de gelo. **B:** O Pacote foi estabilizado por uma faixa elástica que envolveu o membro.

Para a aplicação da imersão em água gelada, os participantes permaneceram sentados, enquanto imergiram o pé e a perna até a borda superior de um retângulo, com área similar ao usado para delimitar a zona de resfriamento do pacote de gelo (Fig. 2).



Figura 2. Área de resfriamento nos sujeitos do grupo imersão em água gelada. Os sujeitos introduziram a perna em um tanque de água fria até o limite superior do retângulo. O limite superior do retângulo foi determinado conforme os procedimentos descritos anteriormente na figura 1.

Aos participantes do grupo de imersão foram solicitados a cada dois minutos movimentos circulares dos pés, de maneira a prevenir a formação de barreira térmica ao redor da pele (MATTACOLA; PERRIN, 1993; KNIGHT, 1995).

Ao término do período de resfriamento a perna foi rapidamente seca com toalha, sem fricção e a seguir o participante retornava ao dinamômetro para realizar a avaliação pós-resfriamento. Todos os participantes completaram o protocolo experimental sem reações adversas ao frio.

2.5 Mensuração da temperatura da pele

A temperatura da pele foi medida imediatamente antes (pré-resfriamento) e depois (pós-resfriamento) da aplicação da modalidade de resfriamento. A medida foi realizada no centro da panturrilha, determinado a partir de um retângulo previamente definido (Fig. 1A). O termômetro infravermelho foi posicionado perpendicularmente o mais próximo possível da pele, porém sem tocá-la.

2.6 Mensuração do desempenho muscular em dinamômetro

Os procedimentos de configuração e posicionamento para a avaliação do desempenho dos flexores plantares seguiram as especificações do fabricante (BIODEX SYSTEM 3 PRO MANUAL). Os participantes realizaram os testes na posição sentada com o encosto da cadeira inclinado a 70°, joelho fletido à aproximadamente 30° de maneira que a perna avaliada ficou na posição horizontal em relação ao chão. O maléolo lateral do tornozelo foi alinhado com o eixo de rotação do dinamômetro e a estabilidade dos sujeitos foi assegurada pelo uso de faixas cruzando o tórax, ao redor do quadril e da coxa. Além disso, utilizaram o apoio lateral para as mãos e para a perna contralateral (Figura 3).

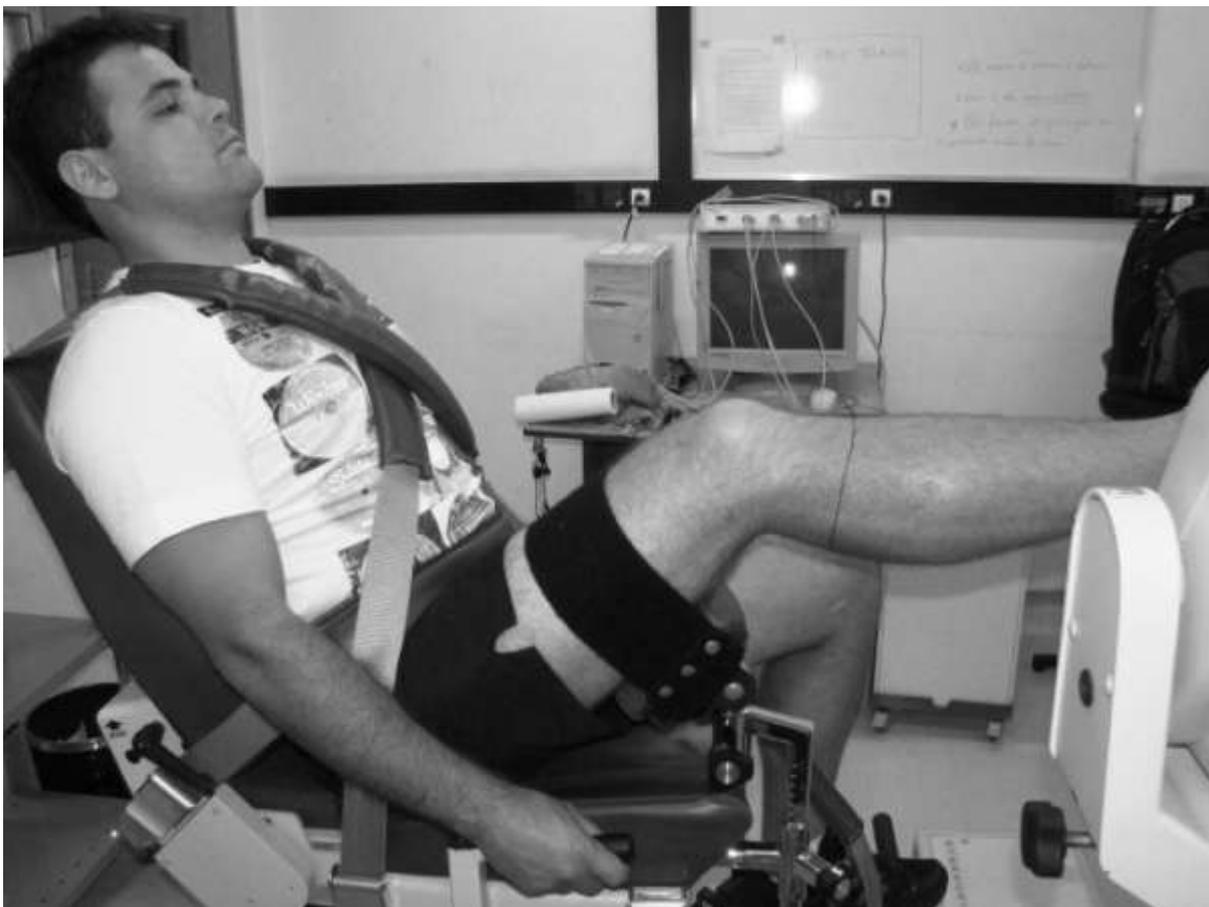


Figura 3. Participante posicionado no dinamômetro isocinético para avaliação do desempenho muscular dos músculos flexores plantares do tornozelo.

O primeiro teste consistiu em uma contração isométrica por 5-s, realizada na posição neutra do tornozelo. O segundo teste foi realizado após 1-minuto de recuperação e consistiu na realização de três contrações isocinéticas consecutivas a 60°/s e após 1-minuto de recuperação, foram realizadas mais três contrações isocinéticas a 120°/s. A amplitude de movimento isocinético foi de 35°, iniciando em 10° de dorsiflexão até 25° de flexão plantar. Durante as contrações, os sujeitos foram verbalmente encorajados pelo avaliador a realizar força máxima.

2.7 Registro da atividade EMG

Os procedimentos de preparo e posicionamento dos eletrodos na superfície muscular seguiram as recomendações do projeto SENIAM (*Surface Electromyography For The Non-Invasive Assessment Of Muscles*) (FRERIKS; HERMENS, 1999; HERMENS et al., 2000). Após a preparação da pele (tricotomia, abrasão e limpeza com álcool) eletrodos adesivos de Ag/AgCl com 5 mm de diâmetro (Double⁶) foram posicionados nos músculos sóleo (2/3 da distância entre o côndilo medial do fêmur e o maléolo lateral), na porção medial do gastrocnêmio (maior proeminência do ventre muscular) e na porção lateral do gastrocnêmio (1/3 da distância entre a cabeça da fíbula e o calcâneo). Foram utilizados eletrodos passivos combinados a um pré-amplificador simples diferencial com ganho de 20 v/v. Os sinais obtidos foram amplificados com um ganho de 1000 vezes, usando um filtro passa banda de 20 a 500 Hz, razão de rejeição de modo comum (RRMC) > 100 dB, taxa de ruído do sinal < 3 μ V RMS e impedância de 109 Ohms. O sinal analógico foi digitalizado por uma placa conversora Analógico/Digital de 16 bits. A frequência de amostragem foi 1000 Hz por canal e o software usado foi o Aqdados 7.0 para Microsoft Windows[®].

2.8 Confiabilidade intra-avaliador dos parâmetros de dinamometria e EMG

Paralelamente a coleta dos dados, nós avaliamos a confiabilidade intra-avaliador dos testes de dinamometria e EMG. O mesmo examinador que realizou as avaliações nos grupos de resfriamento, também realizou os registros de dinamometria e EMG duas vezes em 20 participantes, seguindo os procedimentos antes descritos. As medidas foram realizadas em dois dias separados por um

⁶ Hal Industria Ltda, São Paulo, SP, 04285-020.

intervalo entre dois e sete dias e também foi considerado um intervalo de 20 minutos entre as duas mensurações.

2.9 Processamento dos dados

Os dados obtidos nas avaliações foram exportados para o processamento em rotinas elaboradas no software MatLab (versão R2008a⁷). Os dados do dinamômetro isocinético foram processados de maneira a representar os parâmetros de desempenho muscular (pico de torque e trabalho total). Os valores de pico de torque utilizados nas analyses dos dados foram normalizados pela massa corporal ($[\text{Nm/kg}] \times 100$). Os sinais EMG foram filtrados (filtro Butterworth de 4ª ordem, passa-banda de 20 a 400 Hz e atraso de fase zero) e normalizados em amplitude pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM). Para obtenção da RMS dos sinais dinâmicos foi realizado janelamento do sinal (janela com duração de 40 ms e sobreposição de 50%) e cálculo do valor médio referente ao período da contração identificado a partir dos dados do dinamômetro isocinético. O sinal obtido durante a CIVM foi analisado a partir da Transformada Rápida de Fourier (FFT – *Fast Fourier Transform*), para o cálculo da frequência mediana. A aplicação isolada desta análise no sinal obtido em contração isométrica está relacionada à limitação do uso da FFT em sinais não estacionários, como aqueles provenientes da contração dinâmica (FARINA, 2006).

2.10 Análise estatística

A confiabilidade intra-avaliador dos parâmetros de desempenho muscular e atividade EMG foram avaliadas a partir do método de Bland-Altman (BLAND; ALTMAN, 1986). Os dados foram descritos como média das diferenças (limite de

⁷ The MathWorks Inc, Natick, MA, 01760-2098

concordância de 95%). Foi realizada estatística descritiva para descrever as características da população, temperatura da pele e os dados obtidos pelo dinamômetro isocinético e EMG. Foi aplicado o teste de normalidade Shapiro-Wilk. As comparações pré- e pós-resfriamento para cada grupo experimental foram realizadas a partir do teste *t* de Student para amostras dependentes ou a partir do teste de Wilcoxon, segundo a distribuição das variáveis. As diferenças pré e pós-resfriamento obtidas no grupo pacote de gelo foram comparadas àquelas obtidas no grupo imersão em água gelada usando teste *t* de Student para amostras independentes ou teste de Mann-Whitney. O nível de significância adotado neste estudo foi de 5% e o programa estatístico utilizado foi o Statistica (versão 7⁸).

⁸ StatSoft Inc, Tulsa, OK, 74104

3. RESULTADOS

3.1 Confiabilidade Intra-avaliador dos parâmetros de dinamometria e EMG

De modo geral, os resultados do método Bland-Altman mostraram médias das diferenças próximas de zero para a maioria dos parâmetros, exceto na frequência mediana do gastrocnêmio lateral. No entanto, quando comparado ao valor bruto da variável, a média da diferença varia em torno de 6%. A média das diferenças (limites de acordo de 95%) para os parâmetros de dinamometria e EMG obtidos durante a contração isométrica foram: pico de torque isométrico= 1,50 N.m (-45,52; 48,53), frequência mediana do sóleo= -0,19 Hz (-14,88; 14,51), frequência mediana do gastrocnêmio medial= -0,11 Hz (-31,58; 31,37) e frequência mediana do gastrocnêmio lateral= -7,36 Hz (-54,80; 40,09). Os valores respectivos para os parâmetros obtidos durante a contração isocinética a 60°/s foram: pico de torque= -2,53 N.m (-26,03; 20,97), trabalho total= -1,10 J (-8,88; 6,67), RMS sóleo= 0,02 mV (-0,50; 0,47), RMS gastrocnêmio medial= -0,18 mV (-0,83; 0,46) e RMS gastrocnêmio lateral= -0,13 mV (-1,09; 0,83). Os dados respectivos para os parâmetros obtidos durante a contração isocinética a 120°/s foram: pico de torque= 0,86 N.m (-18,14; 19,86), trabalho total = -0,11 J (-3,70; 3,48), RMS sóleo= -0,02 mV (-0,45; 0,41), RMS gastrocnêmio medial= -0,20 mV (-0,99; 0,59) e RMS gastrocnêmio lateral= -0,12 mV (1,25; 1,00) (Dados não publicados).

3.2 Características demográficas dos participantes

Um total de 54 voluntários foram elegíveis para participar no estudo, oito não cumpriram os critérios de inclusão e cinco não se adequaram aos horários da

sessão experimental. Quarenta e um participantes foram distribuídos aleatoriamente em um dos dois grupos experimentais (Fig. 4).

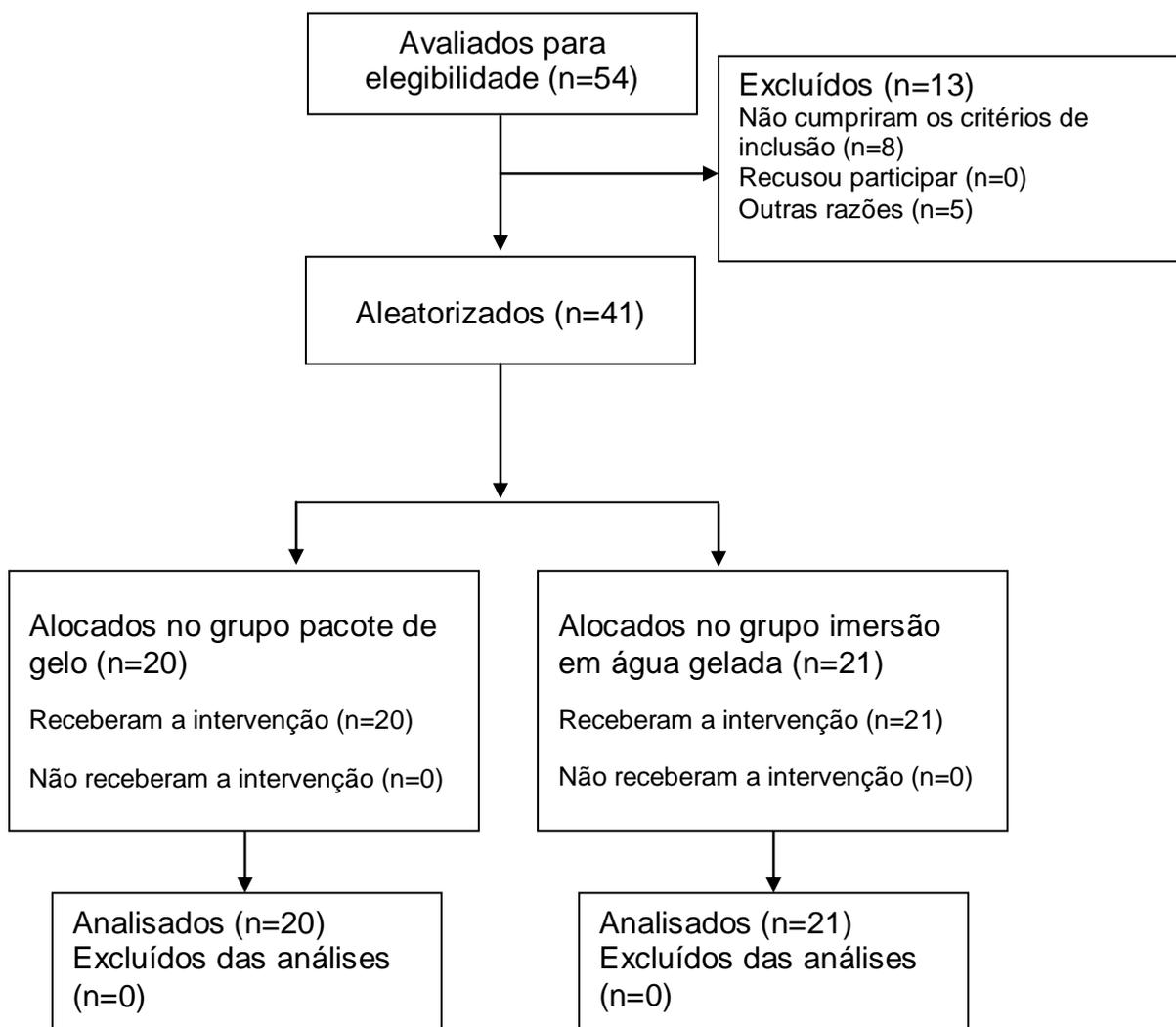


Figura 4. Fluxograma dos participantes

3.3 Efeitos das modalidades de resfriamento sobre a temperatura da pele

Não houve diferença significativas na temperatura inicial da pele (32,39 (1,16) °C) entre os participantes dos grupos experimentais ($P>0,05$). Ambas as modalidades de resfriamento causaram diminuição da temperatura da pele após 20 minutos de aplicação ($P<0,0001$). O pacote de gelo causou maior redução na

temperatura da pele (6,33 (2,03)°C) quando comparado à imersão em água gelada (13,18 (1,12) °C) ($U=0$, $P<0,0001$).

3.4 Efeitos das modalidades de resfriamento sobre o desempenho muscular e atividade EMG durante contração isométrica

O pacote de gelo causou aumento no pico de torque ($t(19)=-2.704$, $P=0,01$), enquanto a imersão em água gelada não causou alteração significativa ($t(20)=-1.285$, $P=0,21$). Ambas as modalidades de resfriamento diminuíram a frequência mediana do sinal EMG dos músculos sóleo e gastrocnêmio medial e lateral ($P<0,0001$). Não houve diferença entre as modalidades de resfriamento, exceto na frequência mediana do gastrocnêmio medial, sendo a maior redução associada ao grupo pacote de gelo ($U=110$, $P=0,009$) (Tab. 2).

3.5 Efeitos das modalidades de resfriamento sobre o desempenho muscular e atividade EMG durante contrações isocinéticas

Nas velocidades testadas, as duas modalidades de resfriamento diminuíram o pico de torque e o trabalho total ($P<0,05$). Na velocidade de 60°/s, o pacote de gelo diminuiu a amplitude RMS do sóleo ($t(19)=2.13$, $P=0,04$), mas não afetou a amplitude RMS do gastrocnêmio medial e lateral ($P>0,05$). A imersão em água gelada aumentou a amplitude RMS do gastrocnêmio medial ($Z=2.94$, $P=0,003$), sem alterar a amplitude RMS do sóleo e do gastrocnêmio lateral ($P>0,05$). Na velocidade de 120°/s, as duas modalidades de resfriamento diminuíram a amplitude RMS do sóleo ($P<0,05$), sem alterar a amplitude RMS do gastrocnêmio medial e lateral ($P>0,05$) (Tab.3). Somente houve diferença entre os grupos de resfriamento na amplitude RMS do sóleo a 60°/s ($U=130$, $P=0,04$) (Tab. 3).

Tabela 2. Efeitos das modalidades de resfriamento sobre os parâmetros determinados no teste isométrico.

Parâmetros	Pacote de Gelo			Imersão em Água Gelada			Comparação entre grupos (P)
	Pré-resfriamento	Pós-resfriamento	Resfriamento Δ Pós-Pré	Pré-resfriamento	Pós-resfriamento	Resfriamento Δ Pós-Pré	
Pico de torque (Nm/kg x 100)	132,76 (32,59) [117,51; 148,02]	141,77 (32,43)* [126,59; 156,95]	9,00 (14,89) [2,04; 15,97]	124,29 (25,92) [112,49; 136,08]	129,86 (31,61) [115,47; 144,25]	5,58 (19,89) [-3,48; 14,63]	0,54
Frequência mediana do sóleo (Hz)	136,98 (27,37) [124,18; 149,79]	94,71 (15,83)* [87,30; 102,12]	-42,27 (30,49) [-56,54; -28,00]	145,19 (27,52) [132,66; 157,72]	89,88 (14,56)* [83,25; 96,50]	-55,31 (20,26) [-64,54; -46,09]	0,20
Frequência mediana do gastrocnêmio medial (Hz)	160,05 (29,69) [146,15; 173,94]	81,18 (12,74)* [75,21; 87,14]	-78,87 (24,04) [-90,12; -67,62]	151,89 (30,43) [138,04; 165,74]	92,63 (15,45)* [85,60; 99,66]	-59,26 (25,17) [-70,71; -47,80]	0,009
Frequência mediana do gastrocnêmio lateral (Hz)	110,95 (26,54) [98,53; 123,37]	73,43 (17,53)* [65,22; 81,63]	-37,52 (21,67) [-47,66; -27,38]	119,73 (39,33) [101,83; 137,64]	80,58 (22,21)* [70,47; 90,69]	-39,16 (22,31) [-49,31; -29,00]	0,81

Os dados são apresentados como média (desvio-padrão), [95% de Intervalo de Confiança].

* comparado à condição pré-resfriamento (P < 0,05).

Tabela 3. Efeitos das modalidades de resfriamento no teste isocinético a 60 e 120°/s.

Teste isocinético a 60°/s	Pacote de Gelo			Imersão em Água Gelada			Comparação entre grupos (P)
	Pré-resfriamento	Pós-resfriamento	Resfriamento ΔPós-Pré	Pré-resfriamento	Pós-resfriamento	Resfriamento ΔPós-Pré	
Pico de Torque (Nm/kg x 100)	93,69 (23,08) [82,89; 104,50]	82,43 (25,28)* [70,60, 94,30]	-11,26 (23,82) [-22,41; -0,11]	87,93 (24,85) [76,62; 99,24]	76,93 (22,17)* [66,84; 87,02]	-11,00 (15,49) [-18,05; -3,95]	0,55
Trabalho Total (J)	34,56 (10,55) [29,63; 39,50]	29,82 (10,74)* [24,79, 34,80]	-4,75 (8,39) [-8,67; -0,82]	29,69 (13,49) [23,55; 35,83]	26,69 (11,04)* [21,67; 31,71]	-3,00 (6,84) [-6,12; 0,11]	0,66
RMS Sóleo (%CIVM)	1,20 (0,43) [1,00; 1,40]	1,07 (0,72)* [0,73; 1,40]	-0,13 (0,65) [-0,43; 0,17]	1,01 (0,34) [0,85; 1,17]	1,06 (0,56) [0,80; 1,31]	0,05 (0,38) [-0,12; 0,22]	0,04
RMS Gastrocnêmio Medial (%CIVM)	1,26 (0,74) [0,91; 1,60]	1,32 (0,72) [0,99; 1,70]	0,06 (0,89) [-0,35; 0,48]	0,85 (0,41) [0,67; 1,04]	1,22 (0,75) [0,88; 1,56]	0,37 (0,57) ^b [0,11; 0,62]	0,31
RMS Gastrocnêmio Lateral (%CIVM)	1,35 (0,78) [0,99; 1,70]	1,25 (0,65) [0,94; 1,60]	-0,10 (0,90) [-0,53; 0,32]	1,10 (0,49) [0,88; 1,32]	1,04 (0,41) [0,86; 1,23]	-0,06 (0,48) [-0,27; 0,16]	0,73
Teste isocinético a 120°/s							
Pico de Torque (N.m)	71,28 (18,04) [62,83; 79,72]	58,11 (19,26)* [49,09; 67,12]	-13,17 (18,16) [-21,67; -4,67]	64,35 (20,95) [54,82; 73,89]	51,03 (19,40)* [42,20; 59,87]	-13,32 (14,16) [-19,76; -6,87]	0,43
Trabalho Total (J)	16,45 (5,93) [13,67; 19,22]	14,15 (6,06)* [11,31; 16,98]	-2,30 (4,31) [-4,32; -0,29]	13,97 (5,92) [11,27; 16,66]	11,75 (6,03)* [9,01; 14,50]	-2,21 (3,61) [-3,86; -0,57]	0,38
RMS Sóleo (%CIVM)	1,18 (0,43) [0,98; 1,38]	0,96 (0,61)* [0,67; 1,24]	-0,23 (0,53) [-0,47; 0,02]	1,07 (0,37) [0,90; 1,24]	0,98 (0,52)* [0,75; 1,22]	-0,09 (0,31) [-0,23; 0,05]	0,32
RMS Gastrocnêmio Medial (%CIVM)	1,27 (0,74) [0,92; 1,62]	1,20 (0,62) [0,92; 1,49]	-0,07 (0,85) [-0,47; 0,33]	0,92 (0,48) [0,70; 1,13]	1,10 (0,70) [0,78; 1,42]	0,18 (0,53) [-0,06; 0,43]	0,66
RMS Gastrocnêmio Lateral (%CIVM)	1,31 (0,76) [0,95; 1,66]	1,14 (0,63) [0,84; 1,43]	-0,17 (0,90) [-0,59; 0,25]	1,12 (0,59) [0,86-1,39]	1,05 (0,52) [0,81-1,28]	-0,08 (0,56) [-0,33; 0,18]	0,66

Os dados são apresentados como a média do efeito (desvio-padrão), [95% de Intervalo de Confiança].

* comparado à condição pré-resfriamento (P < 0,05).

4. DISCUSSÃO

As modalidades de resfriamento alteraram significativamente cada um dos parâmetros investigados durante a contração isométrica, com exceção da imersão em água gelada sobre o pico de torque (Tab. 2). Estas modalidades ainda diminuíram os parâmetros do desempenho muscular obtidos durante as contrações concêntricas isocinéticas. Além disso, no teste realizado a 60°/s o pacote de gelo diminuiu a atividade EMG do sóleo e a imersão em água gelada aumentou a atividade EMG do gastrocnêmio medial. No teste a 120°/s, as duas modalidades de resfriamento diminuíram a atividade EMG do sóleo. A média das diferenças entre os parâmetros determinados antes e após o resfriamento foram maiores do que aqueles determinados na análise de confiabilidade intra-avaliador. Portanto, consideramos que as alterações no desempenho muscular e na atividade EMG identificadas neste estudo foram consequência real dos efeitos das intervenções ao invés de um erro sistemático da medida.

O principal resultado do estudo é que diferentes modalidades de resfriamento têm efeitos similares sob o desempenho muscular, porém o pacote de gelo foi responsável por maiores reduções na atividade EMG (Tabs. 2 e 3). Por outro lado, um estudo recente (HERRERA et al., 2010) mostrou que a imersão em água gelada causa as maiores reduções nos parâmetros de condução nervosa comparado ao pacote de gelo. No entanto, a área de resfriamento da imersão foi muito superior envolvendo toda panturrilha, tornozelo e o pé, enquanto que a área de resfriamento do pacote de gelo abrangeu apenas 18x8cm da panturrilha, o que justificaria as maiores alterações na condução nervosa no grupo de imersão. No presente estudo a área da panturrilha resfriada foi similar em ambos os grupos experimentais, o que pode explicar a diferença entre nossos resultados e os de HERRERA et al. (2010).

Os protocolos de resfriamento foram baseados na prática clínica (KNIGHT, 1995) e as diferenças entre os protocolos devem ser consideradas. Primeiro, é possível afirmar por estudo prévio que o pacote de gelo tem maior gradiente de temperatura comparado à imersão em água gelada a 10°C (KENNET et al., 2007). A lei de condução térmica, ou “lei de Fourier” estabelece que a transferência de calor é proporcional ao gradiente de temperatura, isto implica que quanto maior o gradiente, maior transferência de calor entre os meios. Além disso, também contribui para a maior eficácia do pacote de gelo a mudança de estado físico, que aumenta a capacidade de absorver energia térmica (MERRICK; JUTTE; SMITH, 2003). Por outro lado, o resfriamento causado pela imersão em água gelada cobriu uma área maior que abrangeu todo o tornozelo e o pé, onde os nervos tornam-se mais superficiais e mais suscetíveis ao resfriamento. Houve também diferenças nos procedimentos adotados em cada grupo experimental. Primeiro, aos participantes do grupo de imersão foi solicitado o breve movimento circular dos pés a cada dois minutos enquanto que os participantes do grupo pacote de gelo permaneceram imóveis durante todo o período de resfriamento. Segundo, a postura dos participantes durante o resfriamento. Os participantes do grupo de imersão em água gelada permaneceram sentados enquanto que os do grupo pacote de gelo ficaram em decúbito ventral.

A relação entre resfriamento muscular e o desempenho subsequente permanece controverso na literatura científica. HOPKINS; STENCIL (2002) e CATLAW; ARNOLD; PERRIN (1996) identificaram aumento no torque isocinético com a redução da temperatura, enquanto que DEWHURST et al. (2010) não observaram alteração durante contração isométrica e identificaram a redução do torque isocinético em um amplo espectro de velocidades. No presente estudo o

resfriamento induzido pelas duas modalidades reduziu o desempenho muscular durante as contrações isocinéticas. O pacote de gelo aumentou o torque isométrico e não houve alteração no grupo de imersão. Em geral, é esperado que a realização de atividades dinâmicas sejam mais suscetíveis aos efeitos inibitórios do resfriamento do que a contração isométrica e movimentos em alta velocidade sejam mais prejudicados que os de menor velocidade (DRINKWATER, 2008; RACINAIS; OKSA). A diminuição no desempenho muscular após o resfriamento é atribuído a uma inibição da transmissão neuromuscular e da VCN (OKSA; DUCHARME; RINTAMAKI, 2002; HERRERA et al., 2010), redução na sensibilidade dos fusos musculares (OKSA; RINTAMAKI; RISSANEN, 1997) e maior rigidez tecidual (SEKIHARA et al., 2007). Um estudo demonstrou que a curva de força-velocidade é deslocada à esquerda, portanto, força e/ou velocidade estão reduzidos após o resfriamento (DE RUITER; DE HAAN, 2001). Outros autores destacam que o resfriamento diminui a interação entre as pontes cruzadas, pois reduz a taxa dos processos enzimáticos responsável pela produção de energia, como a hidrólise do ATP (RALL; WOLEDGE, 1990). A redução no desempenho muscular durante tarefas dinâmicas é diretamente associado à diminuição na temperatura do músculo, quanto maior a redução na temperatura do músculo maior é a redução do desempenho, tendo assim uma relação dose-dependente entre estes fatores (RACINAIS; OKSA, 2010). Por outro lado, outros estudos identificaram que durante a realização de contrações isométricas esta relação não é evidente (RANATUNGA; SHARPE; TURNBULL, 1987), pelo menos durante o resfriamento moderado, como o que é realizado em protocolos tradicionais de crioterapia e também usado no presente estudo. RANATUNGA; SHARPE; TURNBULL (1987) verificaram que o resfriamento muscular até 25°C aumentou em 8% a força isométrica, mas o inverso

foi verificado em temperaturas inferiores, onde a diminuição da força foi proporcional a intensidade do resfriamento. O aumento da força isométrica no resfriamento moderado pode ser atribuído a um mecanismo compensatório que promove o recrutamento de unidades motoras de maior limiar frente a inibição causada pelo resfriamento (DRINKWATER, 2008). Todavia, este mecanismo se torna mais evidente durante a contração isométrica devido a menor dependência desse tipo de ação muscular em relação aos processos enzimáticos e rigidez tecidual causada pelo resfriamento. Por sua vez, o maior recrutamento das unidades motoras reflete em maior amplitude do sinal EMG e/ou aumento na frequência de disparo das unidades já ativas (DRINKWATER, 2008). Entretanto, como no nosso estudo durante a contração isométrica não analisamos a amplitude do sinal EMG, mas somente a frequência mediana, não foi possível investigar se ocorreram alterações no domínio da amplitude do sinal EMG. A amplitude do sinal no presente estudo foi utilizada para normalização do sinal EMG obtido durante as contrações isocinéticas.

A resposta da ativação dos músculos do tríceps sural durante as contrações isocinéticas foi bastante variável. Em geral, houve redução na atividade elétrica do sóleo, exceto para o grupo de imersão em água gelada no teste a 60°/s. Contudo, aumentou a ativação da porção medial do gastrocnêmio no grupo de imersão em água gelada no teste a 60°/s. De maneira geral, estas alterações não foram homogêneas, com respostas de aumento e redução observadas em um mesmo grupo para uma mesma condição. Assim como no presente estudo, outros trabalhos também encontraram resultados controversos quanto aos efeitos do resfriamento sobre a amplitude do sinal elétrico muscular. (PETROFSKY; LIND, 1980) e MUCKE; HEUER (1989) identificaram diminuição na amplitude do sinal EMG com a redução da temperatura, enquanto que outros estudos não observaram essa alteração

(HOLEWIJN; HEUS, 1992; KRAUSE et al., 2001; MITO et al., 2007). Seria esperado que houvesse uma redução na amplitude do sinal EMG frente à redução da temperatura tecidual. Isto porque o resfriamento causa diminuição da ativação dos canais de sódio, potássio e cálcio, tanto de fibras nervosas quanto musculares, o que reduziria a função neuromuscular (DIOSZEGHY; STALBERG, 1992; DOURIS et al., 2003; FARINA; ARENDT-NIELSEN; GRAVEN-NIELSEN, 2005; KUBO; KANEHISA; FUKUNAGA, 2005; PETROFSKY; LAYMON, 2005). No entanto, parece haver um mecanismo compensatório que promove o recrutamento de mais unidades motoras e, portanto, a amplitude do sinal permaneceria inalterada (OKSA; RINTAMAKI; RISSANEN, 1997) ou aumentada (DRINKWATER; BEHM, 2007). Também pode ser considerado que o resfriamento induzido pela imersão tenha causado uma maior ativação de músculos da região anterior da perna e antagonista ao movimento de flexão plantar. Estudos prévios (BAWA, 1987; OKSA; DUCHARME; RINTAMAKI, 2002) demonstraram maior co-contração em baixas temperaturas ambientais. Entretanto, futuros estudos são necessários para confirmar esta hipótese.

Foi interessante observar que, a amplitude RMS do sóleo foi mais afetada pelo resfriamento que a do gastrocnêmio, sendo este mais superficial e teoricamente seria mais acometido pelo resfriamento. Além disso, evidências demonstram que fibras de maior diâmetro e alta velocidade de condução como as unidades motoras da região superficial do gastrocnêmio têm maior suscetibilidade aos efeitos inibitórios do resfriamento (RACINAIS; OKSA, 2010). No entanto, sabe-se também que a magnitude do resfriamento pode alterar o recrutamento das unidades motoras, bem como desencadear mecanismos compensatórios que podem variar conforme a intensidade do resfriamento. Outro fator que pode estar associado ao menor

acometimento do gastrocnêmio é o fato de que a origem desse músculo não foi resfriada, enquanto que o sóleo estava completamente sob a região resfriada.

Ainda, esta variabilidade pode estar relacionada à natureza do sinal EMG registrado em contrações dinâmicas. Tendo em vista que em nosso estudo a amplitude do sinal EMG foi avaliada em contrações dinâmicas, é preciso considerar que alguns fatores podem interferir no sinal registrado. De acordo com FARINA (2006), três fatores que influenciam o sinal EMG ocorrem particularmente em contrações dinâmicas: o grau de não estacionariedade do sinal, o deslocamento do eletrodo em relação à origem do potencial de ação e a mudança nas propriedades de condutividade dos tecidos que separam os eletrodos das fibras musculares. Estes fatores podem explicar a variabilidade observada nas variáveis eletromiográficas da contração isocinética. Se por um lado existem resultados controversos nos estudos que avaliaram a amplitude do sinal EMG, por outro há concordância em que há diminuição na frequência média ou mediana entre todos que avaliaram estes parâmetros em condições de resfriamento tecidual. No presente estudo houve uma pronunciada redução (30,9 a 49,3%) da frequência mediana em todos os músculos analisados após a aplicação das duas modalidades, sendo que a magnitude desta diminuição é consistente com vários estudos prévios (PETROFSKY; LIND, 1980; MERLETTI; SABBAHI; DE LUCA, 1984; MUCKE; HEUER, 1989; HOLEWIJN; HEUS, 1992; OKSA; RINTAMAKI; RISSANEN, 1997; KRAUSE et al., 2001). Este resultado está associado ao aumento na duração do potencial de ação provocado pela redução da temperatura (DIOSZEGHY; STALBERG, 1992; KNIGHT, 1995).

Uma limitação do nosso estudo foi a mensuração da temperatura da pele e não da temperatura intramuscular, pois há fraca relação entre as temperaturas da

pele e do músculo, o qual usualmente é o alvo da terapia (JUTTE et al., 2001). No entanto, a mensuração da temperatura intramuscular é um procedimento invasivo de difícil realização na prática clínica. Por outro lado, a pele é inevitavelmente o tecido que será resfriado primeiro devido sua proximidade imediata com a modalidade e conseqüentemente a superfície da pele serve como uma medida útil na determinação da eficiência do resfriamento, uma vez que retira o calor dos tecidos mais profundos (KENNET et al., 2007). Além disso, um estudo prévio (MYRER; MEASOM; FELLINGHAM, 1998) já analisou as alterações da temperatura intramuscular após resfriamento com pacote de gelo e imersão em água gelada. MYRER; MEASOM; FELLINGHAM (1998) encontraram diferentes temperaturas intramusculares ao comparar o pacote de gelo (1,8kg) e a imersão em água gelada (10°C). Após 20 minutos de aplicação do pacote de gelo ou da imersão em água gelada a temperatura do músculo gastrocnêmio foi 7,1 (4,1) e 5,1 (1,8) °C menores, respectivamente. Uma limitação que também precisa ser considerada é com relação à população do estudo ser composta somente por sujeitos jovens e saudáveis, sendo possível que o resfriamento cause efeitos diferentes em idosos e em portadores de disfunções. Além disso, os diferentes sinais de hiperemia observados após a aplicação de cada modalidade de resfriamento impossibilitou que o avaliador fosse cegado para o procedimento realizado nos grupos experimentais. Apesar dessas limitações o presente estudo apresenta nova contribuição científica, pois segundo nosso conhecimento, é o primeiro a avaliar os efeitos de diferentes modalidades de resfriamento sobre o desempenho muscular e a atividade EMG.

5. CONCLUSÕES

O pacote de gelo e a imersão em água gelada mostraram efeitos similares sobre o desempenho muscular, o qual se mostrou dependente da ação muscular realizada. O resfriamento diminui o torque isocinético e o pacote de gelo aumenta o torque isométrico. Os resultados desse estudo sugerem que a realização de atividades após o resfriamento requer cautela, especialmente em tarefas que envolvam contrações concêntricas isocinéticas máximas, as quais estariam reduzidas após resfriamento. Estudos futuros seriam recomendáveis para avaliar o desempenho muscular após o resfriamento em atletas durante a realização de atividades esportivas.

6. REFERÊNCIAS

ALGAFLY, A. A.; GEORGE, K. P. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. **Br J Sports Med**, v. 41, n. 6, p. 365-9; discussion 369, Jun 2007.

BAWA, P. Posttetanic changes in the afferent and efferent activity of monosynaptic reflex in kittens. **Can J Physiol Pharmacol**, v. 65, n. 3, p. 328-36, Mar 1987.

BELITSKY, P. et al. Significance of delayed function in cyclosporine-treated cadaver kidney transplants. **Transplant Proc**, v. 19, n. 1 Pt 3, p. 2096-9, Feb 1987.

Biodex System 3 Pro Manual. Brookhaven, NY: Biodex Medical Systems, 1999.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307-10, Feb 8 1986.

CATLAW, K.; ARNOLD, B. L.; PERRIN, D. H. Effect of cold treatment on the concentric and eccentric torque-velocity relationship of the quadriceps femoris. **Isokinetics Exerc Sci.**, n. 5, p. 157-160, 1996.

COSTELLO, J. T.; DONNELLY, A. E. Cryotherapy and joint position sense in healthy participants: a systematic review. **J Athl Train**, v. 45, n. 3, p. 306-16, May-Jun 2010.

DE RUITER, C. J.; DE HAAN, A. Similar effects of cooling and fatigue on eccentric and concentric force-velocity relationships in human muscle. **J Appl Physiol**, v. 90, n. 6, p. 2109-16, Jun 2001.

DEAL, D. N. et al. Ice reduces edema. A study of microvascular permeability in rats. **J Bone Joint Surg Am**, v. 84-A, n. 9, p. 1573-8, Sep 2002.

DEWHURST, S. et al. Effects of altered muscle temperature on neuromuscular properties in young and older women. **Eur J Appl Physiol**, v. 108, n. 3, p. 451-8, Feb 2010.

DIOSZEGHY, P.; STALBERG, E. Changes in motor and sensory nerve conduction parameters with temperature in normal and diseased nerve. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol**, v. 85, n. 4, p. 229-35, Aug 1992.

DOURIS, P. et al. Recovery of maximal isometric grip strength following cold immersion. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 3, p. 509-13, Aug 2003.

DRINKWATER, E. Effects of peripheral cooling on characteristics of local muscle. **Med Sport Sci**, v. 53, p. 74-88, 2008.

DRINKWATER, E. J.; BEHM, D. G. Effects of 22 degrees C muscle temperature on voluntary and evoked muscle properties during and after high-intensity exercise. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 32, n. 6, p. 1043-51, Dec 2007.

DVIR, Z. **Isokinetics: muscle testing, interpretation, and clinical applications**. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences, 2004. ISBN 0443 07199 3.

DYKSTRA, J. H. et al. Comparisons of cubed ice, crushed ice, and wetted ice on intramuscular and surface temperature changes. **J Athl Train**, v. 44, n. 2, p. 136-41, Mar-Apr 2009.

FARINA, D. Interpretation of the surface electromyogram in dynamic contractions. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 34, n. 3, p. 121-7, Jul 2006.

FARINA, D.; ARENDT-NIELSEN, L.; GRAVEN-NIELSEN, T. Effect of temperature on spike-triggered average torque and electrophysiological properties of low-threshold motor units. **J Appl Physiol**, v. 99, n. 1, p. 197-203, Jul 2005.

FRERIKS, B.; HERMENS, H. J. **SENIAM 9: European recommendations for surface electromyography, (CD-rom)**. Roessingh Research and Development 1999.

HALAR, E. M.; DELISA, J. A.; BROZOVICH, F. V. Nerve conduction velocity: relationship of skin, subcutaneous and intramuscular temperatures. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 61, n. 5, p. 199-203, May 1980.

_____. Peroneal nerve conduction velocity: the importance of temperature correction. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 62, n. 9, p. 439-43, Sep 1981.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 10, n. 5, p. 361-74, Oct 2000.

HERRERA, E. et al. Motor and sensory nerve conduction are affected differently by ice pack, ice massage, and cold water immersion. **Phys Ther**, v. 90, n. 4, p. 581-91, Apr 2010.

HOLEWIJN, M.; HEUS, R. Effects of temperature on electromyogram and muscle function. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 65, n. 6, p. 541-5, 1992.

HOPKINS, J. T.; STENCIL, R. Ankle cryotherapy facilitates soleus function. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 32, n. 12, p. 622-7, Dec 2002.

JUTTE, L. S. et al. The relationship between intramuscular temperature, skin temperature, and adipose thickness during cryotherapy and rewarming. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 82, n. 6, p. 845-50, Jun 2001.

KANLAYANAPHOTPORN, R.; JANWANTANAKUL, P. Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 86, n. 7, p. 1411-5, Jul 2005.

KENNET, J. et al. Cooling efficiency of 4 common cryotherapeutic agents. **J Athl Train**, v. 42, n. 3, p. 343-8, Jul-Sep 2007.

KNIGHT, K. L. **Cryotherapy in Sport Injury Management**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.

KRAUSE, K. H. et al. Effects of heat and cold application on turns and amplitude in surface EMG. **Electromyogr Clin Neurophysiol**, v. 41, n. 2, p. 67-70, Mar 2001.

KUBO, K.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Effects of cold and hot water immersion on the mechanical properties of human muscle and tendon in vivo. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 20, n. 3, p. 291-300, Mar 2005.

MALONE, T. R.; GARRETT, W. E. Commentary and historical perspective of anterior cruciate ligament rehabilitation. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 15, n. 6, p. 265-9, 1992.

MATTACOLA, C. G.; PERRIN, D. H. Effect of cold water application on isokinetic strength of the plantar flexors. **Isokinet Exerc Sci.**, n. 3, p. 152-154, 1993.

MEEUSEN, R.; LIEVENS, P. The use of cryotherapy in sports injuries. **Sports Med**, v. 3, n. 6, p. 398-414, Nov-Dec 1986.

MERLETTI, R.; SABBABI, M. A.; DE LUCA, C. J. Median frequency of the myoelectric signal. Effects of muscle ischemia and cooling. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 52, n. 3, p. 258-65, 1984.

MERRICK, M. A.; JUTTE, L. S.; SMITH, M. E. Cold Modalities With Different Thermodynamic Properties Produce Different Surface and Intramuscular Temperatures. **J Athl Train**, v. 38, n. 1, p. 28-33, Mar 2003.

MITO, K. et al. Effect of skin temperature on RMS amplitude of electromyogram and mechanomyogram during voluntary isometric contraction. **Electromyogr Clin Neurophysiol**, v. 47, n. 3, p. 153-60, May-Jun 2007.

MUCKE, R.; HEUER, D. Behaviour of EMG-parameters and conduction velocity in contractions with different muscle temperatures. **Biomed Biochim Acta**, v. 48, n. 5-6, p. S459-64, 1989.

MYRER, J. W.; MEASOM, G.; FELLINGHAM, G. W. Temperature changes in the human leg during and after two methods of cryotherapy. **J Athl Train**, v. 33, n. 1, p. 25-9, Jan 1998.

OHKOSHI, Y. et al. The effect of cryotherapy on intraarticular temperature and postoperative care after anterior cruciate ligament reconstruction. **Am J Sports Med**, v. 27, n. 3, p. 357-62, May-Jun 1999.

OKSA, J.; DUCHARME, M. B.; RINTAMAKI, H. Combined effect of repetitive work and cold on muscle function and fatigue. **J Appl Physiol**, v. 92, n. 1, p. 354-61, Jan 2002.

OKSA, 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 Occup Physiol**, v. 75, n. 6, p. 484-90, 1997.

OLIVEIRA, N. M. L.; RAINERO, E. P.; SALVINI, T. F. Three intermittent sessions of cryotherapy reduce the secondary muscle injury in skeletal muscle of rat. **Journal Sports Science & Medicine** n. 5, p. 228-234, Jun 2006.

PETROFSKY, J.; LAYMON, M. Muscle temperature and EMG amplitude and frequency during isometric exercise. **Aviat Space Environ Med**, v. 76, n. 11, p. 1024-30, Nov 2005.

PETROFSKY, J. S.; LIND, A. R. The influence of temperature on the amplitude and frequency components of the EMG during brief and sustained isometric contractions. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 44, n. 2, p. 189-200, 1980.

RACINAIS, S.; OKSA, J. Temperature and neuromuscular function. **Scand J Med Sci Sports**, v. 20 Suppl 3, p. 1-18, Oct 2010.

RALL, J. A.; WOLEDGE, R. C. Influence of temperature on mechanics and energetics of muscle contraction. **Am J Physiol**, v. 259, n. 2 Pt 2, p. R197-203, Aug 1990.

RANATUNGA, K. W.; SHARPE, B.; TURNBULL, B. Contractions of a human skeletal muscle at different temperatures. **J Physiol**, v. 390, p. 383-95, Sep 1987.

RUBLEY, M. D. et al. Cryotherapy, Sensation, and Isometric-Force Variability. **J Athl Train**, v. 38, n. 2, p. 113-119, Jun 2003.

SANYA, A. O.; BELLO, A. O. Effects of cold application on isometric strength and endurance of quadriceps femoris muscle. **Afr J Med Med Sci**, v. 28, n. 3-4, p. 195-8, Sep-Dec 1999.

SAPEGA, A. A. et al. The bioenergetics of preservation of limbs before replantation. The rationale for intermediate hypothermia. **J Bone Joint Surg Am**, v. 70, n. 10, p. 1500-13, Dec 1988.

SEKIHARA, C. et al. Effect of cooling on thixotropic position-sense error in human biceps muscle. **Muscle Nerve**, v. 35, n. 6, p. 781-7, Jun 2007.

TABER, C. et al. Measurement of reactive vasodilation during cold gel pack application to nontraumatized ankles. **Phys Ther**, v. 72, n. 4, p. 294-9, Apr 1992.

THORNLEY, L. J.; MAXWELL, N. S.; CHEUNG, S. S. Local tissue temperature effects on peak torque and muscular endurance during isometric knee extension. **Eur J Appl Physiol**, v. 90, n. 5-6, p. 588-94, Nov 2003.

Anexo A – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
 Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
 Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676
 Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110
 Fax: (016) 3361.3176
 CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil
propp@power.ufscar.br - <http://www.propp.ufscar.br/>

CAAE 0088.0.135.000-09

Título do Projeto: Efeitos de Duas Modalidades de Crioterapia no Torque de flexão plantar e na Atividade Eletromiográfica do Músculo Triceps Surae

Classificação: Grupo III

Procedência: Departamento de Fisioterapia

Pesquisadores (as): Ana Beatriz de Oliveira, Tania de Fátima Salvini (co-orientadora), Rui Angelo Ventura da Silva (colaborador)

Processo nº.: 23112.002586/2009-92

Parecer Nº. 402/2009

1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU:

As pendências apontadas no Parecer nº.268/2009, de 30 de julho, foram satisfatoriamente resolvidas.

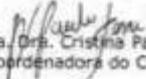
O projeto atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

Considera-se pertinente a inclusão da pesquisadora responsável e do discente.

3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 21 de outubro de 2009.


 Prof. Dra. Cristina Paiva de Sousa
 Coordenadora do CEP/UFSCar

Anexo B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FISIOLÓGICAS (PIPGCF)
Laboratório de Dinamometria Isocinética
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

1. Você está sendo convidado para participar da pesquisa "Efeitos de Duas Modalidades de Crioterapia na atividade eletromiográfica do músculo tríceps sural e no torque em flexão plantar de indivíduos saudáveis".
2. Este estudo compreende a avaliação de sujeitos saudáveis e você foi selecionado por apresentar esta característica, sendo que sua participação não é obrigatória.
3. O objetivo deste estudo é avaliar os efeitos de duas modalidades (pacote de gelo picado e imersão em água gelada) de aplicação de frio (crioterapia) nos picos de torque da flexão plantar e na atividade eletromiográfica do músculo tríceps sural (panturrilha).
4. Sua participação nesta pesquisa consistirá em (1) entrevista com o pesquisador para avaliar se você preenche os requisitos previstos nos critérios de inclusão do estudo; (2) realização de uma sessão de familiarização no equipamento de avaliação do torque dos movimentos do tornozelo; (3) Submeter-se à tricotomia, que consiste na remoção de pelos e células mortas por meio de uma lâmina de barbear (descartável) nos locais de fixação dos eletrodos de EMG; (4) avaliação do torque e da atividade elétrica muscular em seguida você poderá ser incluído em um dos três grupos do estudo, sendo que nos dois primeiros haverá aplicação de frio por 20 minutos, sendo a partir da imersão da perna em água gelada, ou pela fixação de pacote de gelo (17x24cm) na parte posterior da perna (panturrilha) e no terceiro permanecerá sentado em repouso durante o período equivalente ao da aplicação da frio – a seguir a força e atividade elétrica muscular serão reavaliadas.
5. Nenhum procedimento de avaliação e intervenção tem caráter invasivo e todos os equipamentos utilizados são eletricamente isolados, não havendo risco de choque elétrico. Existem riscos mínimos na aplicação da crioterapia relacionados com queimadura da pele e/ou lesão do nervo periférico quando a modalidade é aplicada por tempo prolongado usando temperaturas muito baixas e sem inspeção do fisioterapeuta. Porém, neste estudo foram selecionados métodos de crioterapia já utilizados em estudos prévios e critérios de aplicação recomendados na literatura, não havendo nenhum relato e/ou sinal de queimadura. Com este estudo espera-se contribuir com melhor fundamentação científica para seleção do protocolo clínico adequado de aplicação da crioterapia.
6. Todos os procedimentos serão realizados pelo pesquisador abaixo identificado.
7. Quaisquer dúvidas a respeito dos procedimentos e da sua participação na pesquisa serão esclarecidas antes e durante o curso de pesquisa pelo pesquisador responsável.
8. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento.
9. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.
10. As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação.
11. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, sendo que os arquivos gerados no processo de avaliação serão identificados a partir de uma numeração.
12. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Amilton Vieira

Rodovia Washington Luiz, km 235. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Fisioterapia. Fone: 3351-8345 ou 8804-7315.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto foi *aprovado* pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-reitoria de pós-graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Wshington Luiz Km. 235- Caixa Postal 676- CEP 13.565-905- São Carlos-SP-Brasil. Fone (19) 3351-8110. Endereço eletrônico cephumanos@power.ufscar.br

São Carlos _____ de _____ de _____

Participante da pesquisa - Nome _____ Assinatura _____

Anexo C - Comprovante de submissão do manuscrito ao periódico *Physical Therapy Journal*.

Physical Therapy
JOURNAL OF THE
AMERICAN PHYSICAL THERAPY ASSOCIATION

Edit Account | Instructions & Forms | Log Out | **Get Help Now**

SCHOLARONE™
Manuscripts

[Main Menu](#) → [Author Dashboard](#) → Submission Confirmation

You are logged in as Tania Salvini

Submission Confirmation

Thank you for submitting your manuscript to *Physical Therapy*.

Manuscript ID: PTJ-2012-0094

Title: ICE PACK AND COLD WATER IMMERSION CHANGE MUSCULAR PERFORMANCE AND ELECTROMYOGRAPHIC ACTIVITY: A RANDOMIZED STUDY

Authors: Vieira, Amilton
Oliveira, Ana
Costa, Jeremias
Herrera, Esperanza
Salvini, Tania

Date Submitted: 06-Mar-2012