

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO RETO FEMORAL APÓS INDUÇÃO DE FADIGA E RECUPERAÇÃO POR CRIOTERAPIA POR IMERSÃO

Ana Paula Anghinoni^{1*}, Fernando Sérgio Silva Barbosa², Jair José Gaspar Junior³, Charles Taciro⁴, Paula Felipe Martinez⁴, Silvio Assis de Oliveira Junior⁴

1. Acadêmica do curso de Fisioterapia, Instituto Integrado de Saúde (INISA), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
2. Docente, Universidade Federal de Rondônia (UNIR)
3. Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste (PPGSD/ UFMS)
4. Docente, Curso de Fisioterapia (INISA/ UFMS)

Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da crioterapia por imersão (CI) sobre o desempenho neuromuscular, avaliado por meio de eletromiografia de superfície (ES), do músculo reto femoral (RF), após indução de fadiga. A casuística integrou 18 participantes que foram inicialmente submetidos a um modelo de contração isométrica voluntária de extensão do joelho em uma cadeira extensora. Posteriormente, os participantes foram submetidos a um protocolo de exaustão, realizado a 80% da força máxima para indução de fadiga. Os protocolos de recuperação pós-esforço (RPE) foram: recuperação passiva (RP) e CI 10°, ambas por 10 minutos. Os protocolos de RPE tiveram duração de 30 minutos após o protocolo de exaustão. Em todas as contrações foi realizada a coleta do sinal eletromiográfico do músculo RF. Não foram encontradas diferenças significativas entre os protocolos de RPE no decorrer do tempo de recuperação.

Autorização legal: Comitê de Ética em Pesquisa local conforme parecer de número 1.151.455.

Palavras-chave: electromyography; recovery; isometry.

Apoio financeiro: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT)

Introdução

O músculo reto femoral (RF) desempenha funções de extensão de joelho e flexão do quadril. Logo, possui papel importante nas atividades do dia-a-dia e também nas práticas esportivas. Pelo seu uso frequente e composição morfológica, o RF pode ter sua capacidade contrátil comprometida dependendo da intensidade e do tempo de esforço, o que propicia o aparecimento de fadiga (MIZUSAKI IMOTO; PECCIN; TREVISANI, 2012).

A fadiga muscular é definida como a insuficiência do músculo esquelético de gerar e/ou manter os níveis elevados de força muscular ao longo do tempo, podendo levar o indivíduo a uma queda do desempenho funcional (SANTOS; CAPERUTO; ROSA, 2006). Com efeito, afeta diretamente praticantes de atividade e/ou atletas, pois o sucesso do treinamento e competições esportivas compreende várias etapas e condições. Nesse sentido, o adequado balanço entre sobrecarga física e recuperação são componentes essenciais nesse processo de supercompensação (TAM *et al.*, 2017).

Sob essa perspectiva, vários estudos têm avaliado métodos variados de recuperação pós-esforço (RPE) para intervir na fadiga, tanto na prática esportiva (ABAIDIA *et al.*, 2017; ADAMCZYK *et al.*, 2016), quanto no âmbito clínico (BETTONI *et al.*, 2013; GIZINSKA *et al.*, 2015). Entre todos os métodos existentes, a crioterapia por imersão (CI) é uma das formas mais tradicionais para promover a RPE no âmbito esportivo. Esse modelo de recuperação consiste em introduzir o segmento a ser recuperado em água gelada com temperatura e tempo de imersão que variam conforme o estudo (HERNANDES, 2010; LINDSAY *et al.*, 2017; SOLIANIK *et al.*, 2015; YEUNG *et al.*, 2016).

Nesse contexto, há uma escassez de trabalhos comparativos acerca da avaliação da

fadiga e dos efeitos da RPE, que utilizam a eletromiografia de superfície (ES), técnica empregada para gravação das mudanças do potencial elétrico de um músculo com emprego de uma célula de carga, instrumento que avalia a força a partir de uma contração muscular. Diante disso, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da crioterapia por imersão (CI) sobre o desempenho neuromuscular, avaliado por meio de eletromiografia de superfície (ES), do músculo reto femoral (RF) após indução de fadiga.

Metodologia

O estudo contou com a participação de 18 estudantes universitários, distribuídos no grupo recuperação passiva (GRP; n=9) e no grupo crioterapia por imersão 10° (GCI 10°; n=9). As intervenções de RPE tiveram duração de 10 minutos. Na Tabela 1, são informadas as características demográficas e força isométrica máxima (FIM), segundo o grupo experimental.

Tabela 1. Valores referentes às características demográficas e FIM de acordo com o grupo experimental.

GRUPO	IDADE (anos)	ALTURA (cm)	MASSA CORPORAL (kg)	FIM (kgf)
RP 10min-80%	21.0±2.7	173.9±5.1	87.5±17.8	59.2±13.0
CI 5° 10min-80%	19.7±1.8	175.3±5.4	79.3±12.7	50.4±14.4

Os resultados estão apresentados em média±desvio padrão.

Na primeira semana, os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e foram familiarizados com o ambiente, instrumentos e procedimentos a serem desenvolvidos. Na segunda semana, a força máxima (FM) foi determinada a partir de três contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), com duração de 3 segundos e intervalo de 3 minutos entre elas. Em seguida, foi realizada nova CIVM para normalização do sinal eletromiográfico em função da força. Após 5 minutos, foi realizado o teste de exaustão, que consistia em manter uma força em 80% da FM. Esse teste poderia ser interrompido de duas formas: se o participante, por fadiga, desistisse do teste ou se ficasse fora da carga por mais de 3 segundos.

Finalizado esse teste, o participante era encaminhado para uma das duas recuperações propostas: GRP ou RCI 10°. Aos 15 e 30 minutos após o teste de exaustão, os participantes realizavam um teste de 10 segundos na mesma carga da exaustão. Os testes de CIVM, exaustão, 15 e 30 minutos eram realizados em uma cadeira extensora, com o membro inferior dominante, onde os participantes eram contidos com uma faixa junto ao tronco e quadril, para evitar movimentos compensatórios. Além disso, em todos os momentos citados, foram coletados sinais eletromiográficos para posterior análise. A verificação da fadiga muscular foi feita a partir da regressão linear de valores de *root mens square* (RMS) obtidos sucessivamente em 0,5 e 10 segundos de exaustão, e normalizados em função da %tempo de exaustão e FIM. Foram, então, obtidos valores de *slope* de RMS para os momentos de exaustão, após 10 segundos, 15 e 30 minutos, os quais foram comparados entre os momentos de cada grupo por meio de análise de variância. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$. Para análise do sinal eletromiográfico foi utilizado o software MioteSuit 1.0 e para as análises de estatística o programa computacional GraphPad InStat versão 3.06.

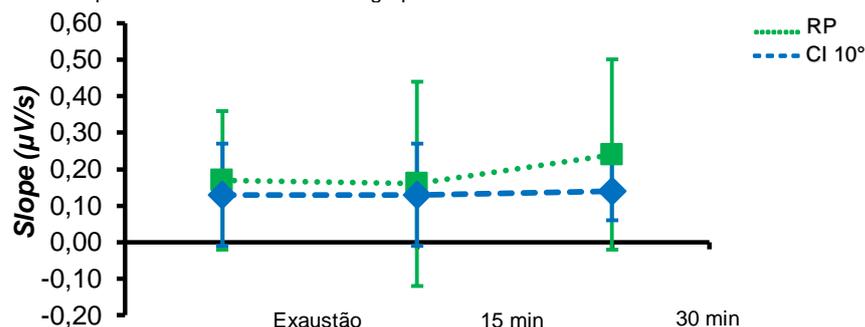
Resultados e Discussão

O presente estudo objetivou avaliar, por meio da ES, o efeito da CI após a fadiga local induzida. Nesse sentido, o resfriamento foi induzido a partir do uso da CI, estratégia largamente utilizada no esporte para a recuperação funcional de atletas. Contudo, estudos direcionados a esse entendimento dedicaram-se ao entendimento desses efeitos musculares, após intervalos de tempo maiores, variando de 1 hora a 24 ou 48 horas pós-imersão e, em raros casos, contemplando medidas EMG para avaliar a função muscular.

Sob essa perspectiva, a CIVM na intensidade de 80% mostrou ser um adequado modelo para obtenção da fadiga, haja vista a predominância de *slopes* de RMS positivos, como apresentado na Figura 1. Essa forma de induzir a exaustão tem sido muito utilizada por duas razões: 1) praticidade de se manusear o posicionamento dos participantes, tanto para testes de força máxima quanto submáxima; 2) praticidade nas reavaliações posteriores às recuperações propostas, sendo fundamental na otimização do tempo (CARROL; TAYLOR; GANDEVIA, 2017).

Figura 1. Valores de média±desvio padrão dos *slopes* resultants da análise de regressão linear dos valores de RMS,

normalizados no tempo e pela CIVM dos testes de exaustão e submáximos aos 15 e 30 minutos após a exaustão durante esforços em intensidade correspondente a 80% da FIM dos grupos RP e CI 5°.



A fadiga muscular, termo usado para descrever a diminuição no desempenho físico associado a um aumento real e percebido da dificuldade para a execução de uma tarefa ou exercício, é um processo que se inicia e prossegue em paralelo à atividade física (BOYA; GUÉVEL, 2011), nesse caso, a contração isométrica a 80% da FM. Dessa forma, pode-se afirmar que a fadiga não é algo repentino, mas sim progressivo (GANDEVIA, 2001).

Por estar associada ao tipo, duração e velocidade do exercício, torna-se um fenômeno complexo e multifatorial. Pela mesma razão, justifica-se a obtenção de fadiga neste estudo, principalmente, pela diminuição na ativação voluntária do músculo. Portanto, houve uma diminuição no número e taxas de descargas de unidades motoras recrutadas no início da geração de força muscular (BOYA; GUÉVEL, 2011).

Ademais, não houve diferença significativa entre os grupos em relação às comparações realizadas após a exaustão. A CI tem efeitos bem descritos na literatura, considerando-se a redução da velocidade de condução nervosa (REID; BABES; PLUTANU, 2002), o que explica a ausência de RPE do músculo RF. Contudo, foi observado um comportamento atípico do músculo RF também no GRP.

Apesar de nossa proposta ter sido avaliar o comportamento do músculo RF, o modelo de contração utilizado seria inviável para o isolamento do mesmo, tendo, dessa forma, participação efetiva dos músculos vasto lateral e vasto medial, componentes do grupamento muscular quadriceps. Isso, de certa forma, refletiu no comportamento do músculo RF, pois o sistema nervoso central utiliza princípios específicos para controlar a distribuição de carga, um fenômeno conhecido como *sharing* muscular (BOUILLARD *et al.*, 2014). Nesse sentido, acredita-se que isso possa ter ocorrido neste estudo, o que explicaria também o fato de não ter ocorrido recuperação no músculo RF, tanto no GCI 10° quanto no GRP.

Conclusões

O protocolo de contração isométrica foi efetivo para promover a fadiga muscular, devido à predominância de *slopes* positivos de RMS. Os protocolos de CI não demonstraram diferenças em relação à recuperação RPE. Diante disso, mais estudos são necessários para obter respostas mais precisas, principalmente em relação ao músculo RF devido à sua complexidade.

Referências bibliográficas

ABAIIDIA, A. E.; LAMBLIN, J.; DELECROIX, B.; LEDUC, C.; MCMACALL, A.; NÉDÉLEC, M.; DAWSON, B.; BAQUET, G. Recovery from exercise-induced muscle damage: cold water immersion versus whole body cryotherapy. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 3, 402-409, 2017.

ADAMCZYK, J. G.; KRASOWSKA, I.; BOGUSZEWSKI, D.; REABUM, P. The use of thermal imaging to assess the effectiveness of ice massage and cold-water immersion as methods for supporting post-exercise recovery. **Journal of Thermal Biology**, v. 12, n. 3, p. 402-409, 2016.

BETTONI, Lorenzo et al. Effects of 15 consecutive cryotherapy sessions on the clinical output of fibromyalgic patients. **Clinical rheumatology**, v. 32, n. 9, p. 1337-1345, 2013.

BOUILLARD, K. *et al.* Effect of vastus lateralis fatigue on load sharing between quadriceps

femoris muscles during isometric knee extensions. **Journal of Neurophysiology**, Bethesda, v. 111, p. 768-776, 2014.

BOYAS, S.; GUÉVEL, A. Neuromuscular fatigue in healthy muscle: underlying factors and adaptation mechanisms. **Annals of physical and rehabilitation medicine**, v. 54, n. 2, p. 88-108, 2011.

CARROL, T. J.; TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. Recovery of central and peripheral neuromuscular fatigue after exercise. **Journal of Applied Physiology**, [S.l.], v. 122, n. 5, p. 1068-1076, 2017.

GANDEVIA, S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiological Reviews**, [S.l.], v. 81, n. 4, p. 1725-1789, 2001.

GIZIŃSKA, Małgorzata et al. Effects of whole-body cryotherapy in comparison with other physical modalities used with kinesiotherapy in rheumatoid arthritis. **BioMed research international**, v. 2015, 2015.

GONÇALVES, M.; SILVA, S. R. D. Análise de variáveis eletromiográficas durante contração isométrica. **Salusvita**. v. 26, n. 1, p. 39-51, 2007.

HERNADEZ, S. G. **Influência da crioterapia de imersão em indicadores de dano muscular pós exercício em atletas de triathlon**. 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)-Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LINDSAY, A.; CARR, S.; CROSS, S.; PERTERSEN, C.; LEWIS, J. G.; GIESEG, S. The Physiological response to cold water immersion following a mixed martial arts training session. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**. v. 42, n. 5, p. 529-536, 2017.

MIZUSAKI IMOTO, Aline; PECCIN, Maria Stella; FERNANDES MOÇA TREVISANI, Virgínia. Exercícios de fortalecimento de quadríceps são efetivos na melhora da dor, função e qualidade de vida de pacientes com osteoartrite do joelho. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 20, n. 3, 2012.

REID, Gordon; BABES, Alexandru; PLUTEANU, Florentina. A cold-and menthol-activated current in rat dorsal root ganglion neurones: properties and role in cold transduction. **The Journal of physiology**, v. 545, n. 2, p. 595-614, 2002.

SANTOS, R. V. T.; CAPERUTO, E. C; ROSA, L. F. B. P. C. Efeitos do aumento na sobrecarga de treinamento sobre parâmetros bioquímicos e hormonais em ratos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 12, n. 3, p. 145-149, 2006.

SOLIANIK, R.; SHURVYDAS, A.; PUKENA, K.; BRAZAITIS, M. Comparison of the effects of whole-body cooling during fatiguing exercise in males and females. **Cryobiology**. v. 71, p. 112-118, 2015.

YEUNG, S. S.; TING, K. H.; HON, M.; FUNG, N. Y.; CHOI, M. M.; CHENG, J. C.; YEUNG, E. W. Effects of cold water immersion on muscle oxygenation during repeated bouts of fatiguing exercise. **Medicine**. v. 95, n. 1, p. 1-8, 2016.