

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO VASTO LATERAL APÓS FADIGA E CRIOTERAPIA

Jair José Gaspar Junior^{1*}, Fernando Sérgio Silva Barbosa², Ana Paula Anghinoni³, Charles Taciro⁴, Paula Felipe Martinez⁴, Silvio Assis de Oliveira-Júnior⁴

¹ Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste (PPGSD), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

² Docente, Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

³ Acadêmica, Curso de Fisioterapia, Instituto Integrado de Saúde (INISA/ UFMS)

⁴ Docente, Curso de Fisioterapia (INISA/ UFMS)

Resumo

O músculo vasto lateral (VL) realiza papel fundamental na extensão do joelho e estabilização patelar e, por isso, está sujeito a grandes sobrecargas que podem provocar fadiga. O presente estudo teve por objetivo avaliar, por meio da eletromiografia de superfície, o desempenho neuromuscular do músculo VL na condição de fadiga e sob o efeito da crioterapia por imersão. A casuística integrou 16 participantes, que foram submetidos a testes de força isométrica máxima (FIM) e submáxima (até a exaustão) na intensidade de 40% da FIM do músculo VL. Como intervenção posterior, foram considerados dois procedimentos: recuperação passiva ou crioterapia por imersão (5º) durante 10 minutos. Foi realizada a coleta e analisada o sinal eletromiográfico do músculo VL na exaustão e nos períodos de 15 e 30 minutos posteriores. O protocolo de exaustão proposto foi efetivo para gerar fadiga muscular. Contudo, não foram constatadas diferenças significativas entre as intervenções de recuperação pós-esforço.

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 sucesso do treinamento e do rendimento esportivo compreende várias etapas e situações, dentre as quais, o adequado balanço entre sobrecarga física e recuperação (TAM *et al.*, 2017). O sincronismo entre esses dois estados favorece o organismo a adquirir a plenitude de supercompensação, gerando níveis funcionais mais elevados, que contribuem para maior desempenho do atleta ou praticante de exercício físico competitivo (SANTOS; CAPERUTO; ROSA, 2006).

A recuperação pós-esforço (RPE) consiste em restaurar as condições basais do organismo de forma a condicionar os indivíduos praticantes de exercício físico e esporte a uma nova carga de trabalho, executando-a de forma segura e prevenindo o surgimento de lesões, resultantes de desequilíbrios entre treinamento e recuperação (ALMEIDA *et al.*, 2012; PASTRE *et al.*, 2009). Um dos métodos de RPE é a crioterapia por imersão (CI), um recurso termoterápico muito estudado ao longo dos anos, e que vem ganhando destaque devido às diversas vantagens que apresenta em termos de recuperação muscular (SWENSON; SWARD; KARLSSON, 1996; LIN, 2003; ROWSELL *et al.*, 2009; YEUNG *et al.*, 2016; LINDSAY *et al.*, 2017).

Na literatura científica, há poucos relatos comparativos sobre os efeitos da crioterapia no desempenho neuromuscular avaliado por meio da eletromiografia de superfície (ES), uma técnica empregada para gravação das mudanças do potencial elétrico muscular, com emprego de uma célula de carga. Dessa forma, há necessidade de se ampliar e aprofundar o estudo da RPE a partir do sinal eletromiográfico (EMG), propiciando estímulo a novas pesquisas com esse instrumento que ainda é pouco utilizado sob essa temática de estudo.

Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar, por meio da ES, o desempenho neuromuscular do músculo VL na condição de fadiga e sob o efeito da crioterapia por imersão.

Metodologia

A amostra foi constituída por 16 estudantes de graduação/pós-graduação saudáveis, distribuídos em dois grupos: recuperação passiva (RP) e crioterapia por imersão 5º (CI5º). Na RP, os participantes permaneciam em decúbito dorsal sobre uma maca durante a recuperação pós-esforço; já os voluntários do CI5º foram submetidos a imersão em um tonel com água a 5º até a altura das gônadas na posição ortostática. Inicialmente, foi realizada familiarização e preenchimento do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE); na semana seguinte, ocorreu a determinação da força isométrica máxima (FIM), mediante três contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) com intervalo de 3 minutos entre elas. Para a normalização dos dados em função da força, foi realizada nova CIVM antes do teste submáximo de exaustão. Em seguida, os participantes foram submetidos a um teste de exaustão em extensão isométrica do joelho dominante a 80% da FIM. Após 15 e 30 minutos, todos realizaram novo esforço submáximo na mesma

intensidade, porém com duração de apenas 10 segundos. Todos os testes de CIVM, exaustão e 10 segundos foram realizados com os participantes posicionados em uma cadeira extensora.

Foi realizada a regressão linear de valores de *root mens square* (RMS) obtidos sucessivamente a cada 0,5 segundo dos testes submáximos de exaustão e 10 segundos, normalizados no tempo e pela FIM, em função da %tempo de exaustão ou 10 segundos. A partir desse tratamento estatístico, obtiveram-se valores de *slope* de RMS para os momentos de exaustão, 15 e 30 minutos. Preliminarmente à realização dos testes estatísticos de comparação, foi testada a normalidade dos dados em relação a sua distribuição por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Por terem sido normais, foi realizado testes paramétricos entre os momentos de cada grupo pelo teste *t-student*. Em todas as análises, o nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$ sendo utilizado o programa computacional GraphPad InStat versão 3.06.

Resultados e Discussão

A proposta do presente estudo foi avaliar, com o uso da ES, a fadiga do músculo vasto lateral e o efeito da RP e CI 5°, ambas por 10 minutos. Em relação as características demográficas da amostra, estão apresentadas na Tabela 1.

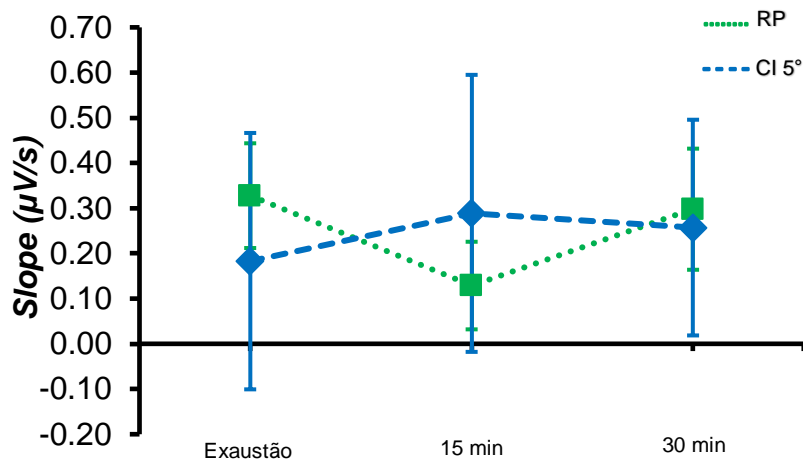
Tabela 1. Valores referentes as características demográficas e FIM de acordo com o grupo experimental.

GRUPO	IDADE (anos)	ALTURA (cm)	MASSA CORPORAL (kg)	FIM (kgf)
RP 10min-80%	21.00±2.65	173.89±5.13	87.48±17.76	59.23±13.02
CI5° 10min-80%	22.00±5.35	173.71±4.89	78.76±14.98	47.72±11.78

Os resultados estão apresentados em média±desvio padrão.

A confirmação de fadiga muscular foi realizada a partir da elevação da atividade elétrica muscular, tendo como objeto de mensuração os *slopes* positivos no teste de exaustão. Nesse sentido, ambos os grupos mostraram ocorrência de fadiga, tendo como valores positivos de RMS 0.33±0.12 e 0.18±0.28, respectivamente, para RP e CI5°. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (Figura 1).

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 comprovada após o teste mostra-se plausível com aspectos relacionados as alterações em propriedades responsáveis pela geração de força, devido alguns fatores, dentre eles: produtos metabólicos, gerados durante a contração muscular (BOYAS; GUÉVEL, 2011). Nesse contexto, outro aspecto importante nessa relação entre fadiga muscular e esforço elevado é o efeito de oclusão ou redução no diâmetro dos vasos sanguíneos, potencializado pela contração isométrica. Essa restrição no fluxo sanguíneo reduz consideravelmente a oferta de oxigênio, prejudicando reações oxidativas, característica presente em músculos com predominância de fibras do tipo I, que é o caso do VL (SANDAMOTO *et al.*, 1983).

Em relação aos momentos 15 e 30 minutos, não houve resultados significativos na comparação entre grupos. A utilização de CI ainda é controversa na literatura, demonstrando pouca clareza para certos efeitos. Roberts *et al.* (2014), ao avaliarem os mesmos músculos, embora em modelos de exercícios distintos, não encontraram diferenças significativas na temperatura mensurada diretamente do músculo entre os momentos pré-exercício, durante toda a CI (quando ela foi avaliada a cada 2 minutos durante os 10 minutos em que esta intervenção foi utilizada) e pós-exercício (quando a avaliação ocorreu a cada 10 minutos até completar o total de 2 horas). Pela mesma razão, é provável que esse fenômeno possa ter ocorrido nesse estudo.

Outra possibilidade a ser explanada leva em conta a localização da inervação responsável pela ativação do músculo quadríceps. Além de ser profunda, está associada à área de secção transversa maior como maior espessura do tecido subcutâneo. Dessa forma, esses dois fatores podem ter feito com que a

redução da temperatura não alcançasse os tecidos mais profundos.

Ademais, os efeitos da CI sobre a função neuromuscular parecem ser incertos e variáveis, em relação aos músculos extensores do joelho, especialmente sob condições agudas e quando parâmetros EMG são utilizados para avaliação da função muscular. Isso corrobora com Herrera *et al.* (2011), os quais mencionam que a relação entre amplitude dos potenciais de ação e temperatura permanece controversa, com alguns estudos demonstrando relação negativa (KIERNAN *et al.*, 2001, BOLTON *et al.*, 1981) enquanto outros apresentam relação positiva ou mesmo nenhuma relação entre ambas as variáveis (DIOSZEGHY; STALBERG, 1992).

Conclusões

Em suma, os resultados do presente estudo demonstraram que o modelo proposto para a fadiga muscular foi eficaz, devido aos achados positivos nos *slopes* de RMS. Em contrapartida, os protocolos de RP e CI 5º por 10 minutos não tiveram diferença significativa como métodos de recuperação da fadiga muscular em até 30 minutos após o protocolo de exaustão. Dessa forma, mais estudos são necessários para esclarecimentos de variáveis pouco estudadas na pesquisa científica.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, P.; LOPES-MARTINS, R. A. B.; DE MARCHI, T.; TOMAZONI, S. S.; ALBERTINI, R.; CORREA, J. C. F.; ROSSI, R. P.; MACHADO, G. P.; SILVA, D. P.; BJORDAL, J. M.; LEAL JUNIOR, E. C. P. Red (660 nm) and infrared (830 nm) low-level laser therapy in skeletal muscle fatigue in humans: what is better? **Lasers in Medical Science**, v. 27, n.2, p. 453-458, 2012.
- BOLTON, C. F.; SAWA, G. M.; CARTER, K. The effects of temperature on human compound action potentials. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, [S.l.], v. 44, n. 5, p. 407-413, 1981.
- 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.
- DIOSZEGHY, P.; STALBERG, E. Changes in motor and sensory nerve conduction parameters with temperature in normal and diseased nerve. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, [S.l.], v. 85, n. 4, p. 229-235, 1992.
- HERRERA, E. *et al.* Effect of walking and resting after three cryotherapy modalities on the recovery of sensory and motor nerve conduction velocity in healthy subjects. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 233-240, 2011.
- KIERNAN, M. C.; CIKUREL, K.; BOSTOCK, H. Effects of temperature on the excitability properties of human motor axons. **Brain**, [S.l.], v. 124, p. 816-825, 2001.
- LIN, Y. H. Effects of thermal therapy in improving the passive range of knee motion: comparison of cold and super. cial heat applications. **Clinical Rehabilitation**. v. 17, p. 618-623, 2003.
- PASTRE, C. M.; BASTOS, F. N.; NETTO JÚNIOR, J.; VANDERLEI, L. C. M.; HOSHI, R. A. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 2, p. 1-9, 2009.
- ROBERTS, L. A. *et al.* Cold water immersion enhances recovery of submaximal muscle function after resistance exercise. **American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 307, p. R998–R1008, 2014.
- ROWSELL, G. J.; COUTTS, A. J.; REABURN, P.; HILL-HAAS, S. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high performance junior male soccer players. **Journal of Sports Sciences**. v. 27, n. 6, p. 565-573, 2009.
- SADAMOTO, T.; BONDE –PETERSEN, F.; SUZUKI, Y. Skeletal muscle tension, flow, pressure, and EMG during sustained isometric contractions in humans. **European Journal of Applied of Physiology**, Berlin, v. 51, n. 3, p. 395-408, 1983.
- 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.

SWENSON, C.; SWARD, L.; KARLSSON, J. Cryotherapy in sports medicine. **Journal of Medicine & Science in Sports**. v. 6, p. 193-200, 1996.

TAM, N.; COETZEE, D. R.; AHMED, S.; LAMBERTS, R. P.; ALBERTUS-KAJEE, Y.; TUCKER, R. Acute fatigue negatively affects risk factors for injury in trained but not well-trained habitually shod runners when running barefoot. **European Journal of Sport Science**. v. 17, n. 9, p. 1220-1229, 2017.

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.