



## Correlação entre percepção algica, atividade eletromiográfica e análise termográfica em indivíduos submetidos à indução de fadiga aguda periférica no bíceps braquial

  <https://doi.org/10.56238/ciesaudesv1-099>

### Horianna Cristina Silva de Mendonça

Mestre em fisioterapia - UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID: 0000-0002-1786-7976

### Ana Flávia Medeiros Ribeiro

Mestranda em fisioterapia- UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID: 0000-0003-4590-775X

### Débora dos Santos Silva

Mestranda em fisioterapia- UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID: 0000-0002-2691-1422

### Diana de Andrade Silva

Mestranda em fisioterapia- UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID: 0000-0002-9084-3217

### Victor Franklyn de Oliveira

Mestrando em fisioterapia- UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID: 0000-0003-1174-2053

### Maria das Graças Rodrigues de Araújo

Professora doutora do curso de fisioterapia da UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID: 0000-0002-9980-6172

### Gabriel Barreto Antonino

Doutorando em fisioterapia - UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID: 0000-0001-8781-0644

### Maria Julia de Lyra Cardoso

Fisioterapeuta- UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID:0009-0002-5692-6390

### Renato de Souza Melo

Doutor em fisioterapia- UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID: 0000-0002-6776-3606

### Ana Paula de Lima Ferreira

Professora doutora do curso de fisioterapia da UFPE  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
ORCID:0000-0002-0925-0183

### RESUMO

A fadiga aguda periférica (FAP) ocorre quando o músculo se torna inapto para gerar potência ou força muscular após exercícios, assim como a incapacidade de manter bom desempenho e gerar contrações voluntárias máximas durante um exercício físico. O objetivo desse estudo foi correlacionar a percepção algica, atividade eletromiográfica e análise termográfica em indivíduos submetidos a indução de fadiga aguda periférica no bíceps braquial. Amostra de 42 homens saudáveis ( $23,90 \pm 5,14$  anos) na faixa etária de 18 a 40 anos e não praticantes de exercício físico. Os voluntários foram induzidos à FAP através de exercícios isométricos intermitentes com carga de 80% da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) coletada antes desta indução. Foram verificados dados de tempo de contração, temperatura e percepção de FAP antes e imediatamente após a indução da FAP do bíceps braquial do membro não dominante. Houve redução da atividade eletromiográfica ( $p=0,00$ ), aumento da temperatura ( $p=0,00$ ) e maior intensidade nos escores de percepção algica ( $p=0,00$ ) pós-indução da FAP. Não houve correlação entre as variáveis do estudo. Os achados deste estudo fornecem informações que podem colaborar para o aperfeiçoamento de abordagens avaliativas em indivíduos acometidos pela FAP.

**Palavras-Chave:** Fadiga, Eletromiografia, Termografia, Dor.

## 1 INTRODUÇÃO

Define-se fadiga aguda periférica (FAP) quando o músculo se torna inapto para gerar potência ou força muscular após exercícios ou longas atividades repetitivas, assim como a incapacidade de manter bom desempenho e gerar contrações voluntárias máximas durante um exercício físico

(ASCENSÃO *et al.*, 2003; DOS SANTOS *et al.*, 2003; WILMORE *et al.*, 2001). A FAP pode ocorrer por alterações físicas, bioquímicas e metabólicas, sendo as falhas mecânicas no sistema de excitação-contracção do músculo durante esforços e o tipo de fibra muscular recrutada durante o exercício consideradas aspectos responsáveis pela produção da FAP (ASCENSÃO *et al.*, 2003; DOS SANTOS *et al.*, 2003; WILMORE *et al.*, 2001).

Apesar da escassez de estudos sobre a prevalência de FAP, tem sido relatada maior ocorrência nos sedentários do que em indivíduos que praticam atividades físicas (CHEUNG *et al.*, 2003). Sabe-se que a FAP pode contribuir para o retardo na recuperação muscular e comprometer a *performance* do indivíduo para as solicitações motoras seguintes. Dessa forma, torna-se pertinente o estudo das características motoras e percepção individual sobre a fadiga aguda periférica para, dessa forma, desenvolver estratégias que diminuam a sua ocorrência.

A avaliação da FAP comumente é realizada de forma subjetiva a partir do relato do próprio indivíduo submetido ao exercício. Nesse caso, são usadas escalas para confiabilidade adequada da avaliação de dor como, por exemplo, a escala subjetiva de classificação numérica. Esse tipo de escala pode refletir as mudanças da atividade muscular, visto que a fadiga se relaciona intimamente com a dor secundária ao exercício (MARIANNE JENSEN HJERMSTAD, *et al.*, 2011). Como o uso de escalas são métodos subjetivos, têm sido exploradas outras formas de avaliação da FAP. Acredita-se que a captação de imagem por termografia de infravermelho (ITIV) pode ser um bom método de avaliação da FAP. Contudo, ainda existem lacunas que precisam ser preenchidas em relação a sua sensibilidade e eficácia na detecção da FAP. (BARTUZI *et al.*, 2012).

A FAP também tem sido mensurada de forma indireta pela queda no recrutamento de unidades motoras durante o exercício de fortalecimento isométrico. Assim, a eletromiografia de superfície (EMG) tem se revelado uma importante fonte de informação quantitativa para esta análise (DIMITROV *et al.*, 2008). Apesar da percepção algica, exames de termografia e eletromiografia serem ferramentas usadas para análise da FAP, apenas um estudo correlacionou o comportamento dessas variáveis. Este identificou correlação positiva quando comparados a atividade eletromiográfica e valores térmicos durante exercício isométrico para o músculo bíceps braquial (BARTUZI *et al.*, 2012). Todavia, trata-se de um estudo com apenas 10 voluntários sendo clara a necessidade de novas pesquisas para consolidar o conhecimento sobre essa relação.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi correlacionar a percepção algica, atividade eletromiográfica e análise termográfica em indivíduos submetidos a indução de fadiga aguda periférica no bíceps braquial.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 AMOSTRA E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Estudo observacional e descritivo. Realizado no Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) localizado no Departamento de Fisioterapia da UFPE. O cálculo amostral foi realizado com o software *G\*Power* 3.1 (FAUL, F *et al.*, 2007) utilizando os dados do estudo de TOMA *et al.* (1998) que considerou resultados de redução da força decorrente da FAP no bíceps braquial com  $\alpha = 0,05$  e um poder estatístico de 90%.

Os voluntários foram escolhidos aleatoriamente dentre alunos e funcionários da UFPE, todos os participantes foram informados sobre as etapas da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco sob o número do Parecer: 2.989.298, conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, que trata o Código de Ética para Pesquisa em Seres Humanos (APÊNDICE 2).

### 2.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram incluídos na pesquisa, voluntários do sexo masculino, saudáveis e não praticantes de atividade física com faixa etária entre 18 e 40 anos. A caracterização quanto ao nível de atividade física seguiu aos critérios do IPAQ versão curta (ANEXO 1), incluindo indivíduos considerados sedentários e irregularmente ativos do tipo A (atingiu pelo menos um dos critérios da recomendação quanto à frequência ou duração de atividade) e B (não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto à frequência ou duração de atividade).

Foram excluídos da amostra voluntários que apresentassem índice da massa corporal (IMC) acima ou abaixo dos valores de normalidade, entre 18,5 e 24,9 kg/m<sup>2</sup>; que estivessem fazendo uso de suplementação alimentar; apresentassem lesões articulares ou ósseas, ulceração ou feridas no membro a ser estudado; tivessem problemas de ordem metabólica, que estivessem fazendo uso de terapia hormonal e; que tivessem ingerido cafeína até duas horas que antecederam os procedimentos da pesquisa.

### 2.3 DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Inicialmente, foi utilizado um formulário (APÊNDICE 3) para caracterização da amostra. Na sequência foi avaliado a percepção algica, realizados exames de imagem por termografia de infravermelho e eletromiografia antes e imediatamente após a indução da FAP do bíceps braquial do membro não dominante auto relatado pelo voluntário.

### 2.3.1 Imagem por Termografia de Infravermelho

O procedimento para coleta da imagem por termografia de infravermelho (ITIV) foi realizado de acordo com os métodos expostos por (QUESADA, 2017) e ao Protocolo de Glamorgan para captação e avaliação de imagens térmicas (AMMER, 2008). A ITIV foi registrada por uma câmera termográfica, marca FLIR® Modelo E40bx não resfriada, com padrão de emissividade de  $0,98\mu\text{m}$  (FIGURA 1).

FIGURA 1 Câmera termográfica FLIR® Modelo E40bx.



Fonte: <http://www.flir.com>

Foi realizada a calibração da câmera termográfica, assim como, a preparação do ambiente de coleta da ITIV. Para a climatização, os indivíduos ficaram em repouso por 15 minutos em uma sala com temperatura média em  $21^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar média em 50% (QUESADA, 2017). Os parâmetros de temperatura ambiente e umidade relativa do ar foram constantemente monitorados com um termo higrômetro digital para ambientes internos, modelo TA298 durante toda realização da pesquisa.

Os voluntários foram posicionados em decúbito dorsal, com o tronco despido, em uma maca de braços articulados, com o braço a ser avaliado em abdução de ombro e flexão de cotovelo a  $90^{\circ}$ , permanecendo com o braço contralateral apoiado na maca.

Através de um tripé adaptado, a câmera foi posicionada com a lente voltada perpendicularmente para a vista lateral da região de interesse (RI) estando o músculo bíceps braquial do indivíduo a uma distância de um metro. A segunda imagem termográfica foi captada após 5 min da FAP, respeitando a termo regulação corporal.



### 2.3.2 Eletromiografia de Superfície

Foi utilizado o Eletromiógrafo New Miotool Wireless, da MIOTEC® para obtenção do sinal eletromiográfico, com eletrodos de superfície de composição Ag/AgCl descartáveis.

O local de obtenção do sinal eletromiográfico foi preparado com a abrasão e, quando necessário, a tricotomia. Os eletrodos de superfície foram posicionados entre o terço médio e o terço distal do músculo bíceps braquial do membro não dominante do indivíduo, de forma longitudinal e paralelamente com a direção das fibras musculares do bíceps braquial. Foi mantida uma distância de 2 centímetros entre os pólos de detecção. O eletrodo de referência foi colocado sobre o epicôndilo lateral do membro testado. (HERMENS *et al.*, 1999)

Por meio do *software* Biotrainer, versão 2.0.15 da MIOTEC® foram analisadas as variáveis de parâmetros da EMG usualmente utilizados para o estudo da fadiga muscular: *Root Mean Square* (RMS) e frequência mediana (FM) em repouso até atingir o momento de fadiga, conforme Protocolo de indução da FAP.

#### 2.3.2.1 Protocolo de Indução da Fadiga Aguda Periférica

Antes da realização da FAP do bíceps braquial, foi realizado um teste de contração muscular isométrica voluntária máxima (CIVM) com célula de carga rígida formato S acoplado e sincronizado a um eletromiógrafo de superfície (Figuras 2 e 3) a fim de identificar a carga necessária para execução do exercício e o ponto de falha do exercício (PFE), como protocolo o teste foi realizado três vezes.

FIGURA 2. Utilização da célula de carga e *feedback* para o p



Fonte: acervo da pesquisa

Os voluntários foram cuidadosamente orientados a contrair o mais rápido e forte possível e atingir a força máxima entre 1 a 3 segundos. Foi fornecido *feedback* verbal e visual ao voluntário durante toda a coleta através de um monitor voltado para o mesmo (FIGURA 2).

FIGURA 3. Célula de Carga Rígida e eletromiógrafo de Superfície



Fonte: <http://www.miotec.com.br>

Para critério de indução de Fadiga foram considerados: o maior valor entre as três contrações, definido como carga dos exercícios 80% da CIVM e como PFE, 50% da CIVM (HUNTER *et al.*, 2009). Cinco minutos após estabelecidos os critérios de indução da FAP do bíceps braquial foi realizado o Protocolo de Exercício Isométrico Intermitente para indução de fadiga conforme preconizado por CERQUEIRA *et al.*, 2019.

O Protocolo de Exercício Isométrico intermitente foi realizado a partir de uma série de contrações intermitentes com 10 segundos de contração e 5 segundos de relaxamento, por quanto tempo cada voluntário fosse capaz de fazer até atingir o PFE. Os períodos de contração e relaxamento foram controlados por estímulos verbais e *feedback* visual.

### 2.3.3 Percepção Álgica

A percepção álgica foi identificada a partir da Escala de Classificação Numérica onde consiste de uma sequência numérica entre 0 e 10 pontos, em que 0 indicou ausência de dor ou fadiga e 10 pontos indicaram a pior dor possível ou fadiga extrema. O voluntário respondeu a escala antes e após o protocolo de indução da fadiga.

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise dos dados foi utilizado o *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 20.0. Para a estatística descritiva os dados foram apresentados por média e desvio padrão dentro de suas respectivas naturezas. O teste de *Kolmogorov-Smirnov* com correção de *Lillefords* foi realizado para verificar a normalidade dos dados. Para as variáveis EMG, ITIV e percepção álgica os dados foram normalizados pelo *baseline*. Foi realizado o teste t pareado para: EMG e termografia, visto que essas variáveis respeitaram a curva de normalidade. Por outro lado, foi realizado o teste de *Wilcoxon* para analisar a diferença entre os momentos de avaliações para a Percepção Álgica. Para análise de correlação foi utilizado o teste de *Sperman*, visto que a Percepção Álgica não obedeceu a normalidade. Os valores de referência considerados foram: (r) 1 e - 1 sendo

$r > 0,8$  para nível de correlação excelente; entre 0,6 e 0,8 para correlação moderada; de 0,3 a 0,5 para correlação fraca; e  $r < 0,3$  para correlação inexistente. Valores negativos reproduzem correlação inversamente proporcional, enquanto os valores positivos reproduzem correlação diretamente proporcional (DANCEY *et al.*, 2006). O nível de significância adotado para todos os testes foi de  $p \leq 0,05$ .

### 3 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os dados de caracterização da amostra e os valores basais para as variáveis de desfecho. A partir do questionário IPAQ versão curta, 20 voluntários foram considerados “sedentários”, 13 como “irregularmente ativos A” e 12 “irregularmente ativos B”.

Tabela 1. Características dos voluntários e valores basais (n=42)

Variáveis	(Média ± DP)	Valor Máximo	Valor Mínimo	
Idade (anos)	23,9 ± 5,14	40,0	18,0	
IMC (kg m <sup>-2</sup> )	23,2 ± 2,98	30,4	18,5	
CIVM (kg/F)	25,7 ± 4,87	34,3	13,8	
EMG (Hz)	74,7 ± 0,07	98,0	59,4	
ITIV (°C)	31,6 ± 0,01	34,0	30,5	
Percepção Álgica	1 ± 1,50	5,5	0,00	

IMC: índice de massa corpórea; CIVM: contração isométrica voluntária máxima; EMG: Frequência mediana analisada através da eletromiografia de superfície; ITIV: Temperatura do bíceps captada pela imagem termográfica de infravermelho; DP: desvio padrão.

Quanto a os resultados das avaliações do EMG e ITIV antes e após a indução da fadiga nos voluntários, estão apresentados na tabela 2 com valor mínimo, máximo, média, desvio padrão e o p-valor.

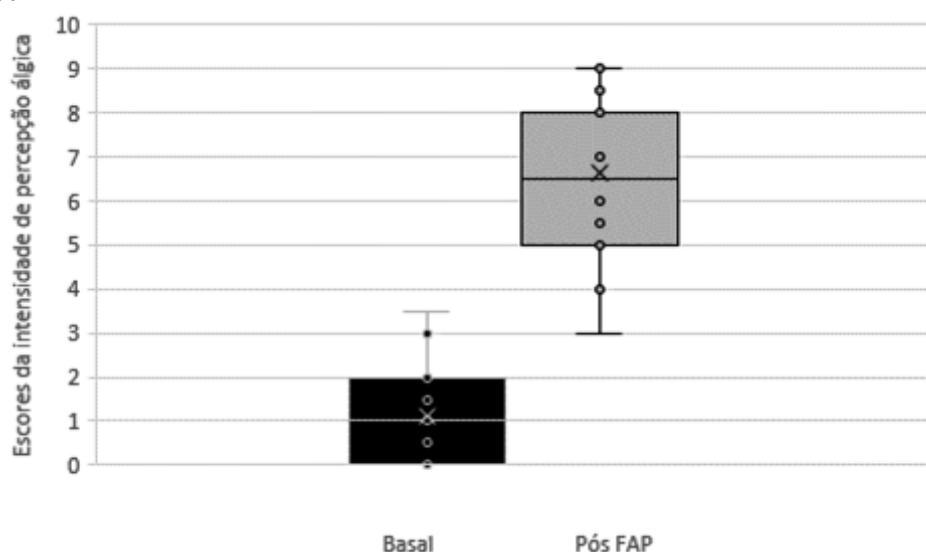
Tabela 2. Valores da atividade eletromiográfica (Hz) e da temperatura (°C) no *baseline* e após indução da fadiga. Teste t pareado \*  $p < 0,05$ .

Variáveis	<i>Baseline</i>			Após Indução da Fadiga			p-Valor IC
	(Média ± DP)	Valor Máximo	Valor Mínimo	(Média ± DP)	Valor Máximo	Valor Mínimo	
EMG (Hz)	76,3 ± 8,47	98,0	59,4	62,5 ± 8,83	88,1	47,4	0,00 73,6 - 78,9
ITIV (°C)	31,7 ± 0,80	34,0	30,5	32,0 ± 0,83	33,9	30,3	0,00 21,1 - 42,2

EMG Frequência mediana analisada através da eletromiografia de superfície; ITIV: Temperatura do bíceps captada pela imagem termográfica de infravermelho; DP: desvio padrão; IC: Intervalo de confiança.

Quando avaliado a percepção álgica antes e após a indução da fadiga, foi constatado que os voluntários apresentaram aumento da percepção álgica no bíceps braquial pós a FAP (FIGURA 4).

Figura 4. Intensidade da Percepção álgica (mediana e intervalos interquartis) antes e após indução da fadiga. Teste de Wilcoxon \*p=0,00



Conforme pode ser observado na tabela 3, não foram encontradas correlações entre as variáveis: percepção álgica, atividade eletromiográfica e análise termográfica em indivíduos submetidos à indução de fadiga aguda periférica no bíceps braquial.

Tabela 3. Correlação entre percepção álgica, atividade eletromiográfica e análise termográfica em indivíduos submetidos à indução de fadiga aguda periférica no bíceps braquial. Correlação de Sperman.

Variáveis	r	p-Valor	IC
Percepção Álgica x EMG	0,27	0,07	53,15 - 58,65
Percepção Álgica x ITIV	0,03	0,08	24,88 - 25,92
ITIV x EMG	- 0,10	0,52	-33,22 - -27,78

EMG: Frequência mediana analisada através da eletromiografia de superfície; ITIV: Temperatura do bíceps captada pela imagem termográfica de infravermelho; r: Correlação de Sperman; IC: Intervalo de confiança.

#### 4 DISCUSSÃO

Os principais achados desse estudo foram: (1) redução da atividade eletromiográfica, (2) aumento da temperatura e (3) maior intensidade nos escores de percepção álgica pós-indução da FAP; (4) não houve correlação entre as variáveis analisadas (Percepção Álgica, EMG e ITIV).

A redução da atividade eletromiográfica presente neste estudo mostra a valência do protocolo de indução da FAP com exercício isométrico intermitente a 80% da CIVM, corroborando com TESCH, P e KARLSSON, J (1977), FUGLEVAND *et al.* (1993) e POTVIN e FUGLEVAND (2017). Em acordo com outros estudos, a análise eletromiográfica possibilitou a identificação e interpretação do espectro da fadiga muscular e suas modulações pós CIVM (BARTUZI *et al.*, 2012; HADŽIĆ *et al.*, 2015; QUESADA *et al.*, 2017; ASCENSÃO *et al.*, 2003).



O aumento da percepção álgica observado neste estudo também foi observado por KAKUDA *et al.*, (2016) e pode ser atribuída a instalação de dor muscular secundária ao exercício pós-indução da FAP. Também foi verificado aumento da temperatura após exercício isométrico e esses achados corroboram com pesquisas que envolveram metodologia semelhante para indução da FAP no bíceps braquial (AL-NAKHLI *et al.*, 2012; BARTUZI *et al.* 2012) e relaciona-se ao fato de que a força de atrito das fibras musculares e o aumento do metabolismo geram aumento do fluxo sanguíneo muscular contribuindo para o aumento do calor pós exercício (AL-NAKHLI *et al.*, 2012; ).

O presente estudo não demonstrou a existência de correlação entre percepção álgica e EMG. Cabe salientar que, não foram encontradas na literatura, pesquisas que analisassem essas duas variáveis. Sabe-se que a ocorrência do processo doloroso acontece com a estimulação das fibras nervosas periféricas nociceptivas, essas sofrem alterações na sua membrana permitindo a deflagração de potenciais de ação transferidos para o sistema nervoso central, onde o mesmo é interpretado como dor. (BESSON P *et al.*, 1969; LEVINE JD *et al.*, 1994; LOEWENSTEIN WR *et al.*, 1971; ROCHA APC *et al.*, 2007).

As mudanças no sinal dos potenciais de ação e a diminuição da velocidade de condução do impulso nervoso são detectáveis através do EMG, inclusive nas ações isométricas, portanto essa seria uma correlação esperada. Contudo, a inexistência de correlação pode decorrer do fato da subjetividade da percepção álgica que caracteristicamente pode sofrer influências de outros fatores não controlados neste estudo.

A ausência de correlação entre percepção álgica e análise termográfica também foi evidenciada por NEVES *et al.*, (2016). Contudo, percebe-se que essas variáveis são pouco exploradas na literatura, sendo mais comumente investigada a relação entre percepção álgica e respostas de biomarcadores. Nesse contexto, também tem sido verificada correlação inexistente ou fraca com a percepção álgica (NOSAKA K *et al.*, 2002; FIELDING RA *et al.*, 2000). Alguns autores tem referido que o comportamento térmico pode apresentar a mesma resposta obtida pela análise dos biomarcadores. A ausência de correlação pode ser consequente ao fato de que a percepção álgica seja uma resposta subjetiva que sofre influências que podem mascarar os resultados.

A análise termográfica e atividade eletromiográfica foram estudadas por BARTUZI *et al.*, (2012) sendo demonstrada correlação inversamente proporcional entre as variáveis de ITIV E EMG, caracterizadas por aumento da temperatura muscular e redução da atividade eletromiográfica. Contudo, esses autores investigaram a relação durante a realização de exercício isométrico, não sendo relatado o comportamento dessas variáveis pós exercício.

Para o nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo a investigar a correlação entre análise termográfica e atividade eletromiográfica pós indução da FAP. Dessa forma, os resultados observados

não são potencialmente suficientes para consolidar as respostas obtidas, mas poderão contribuir para o aperfeiçoamento de novas investigações sobre essa temática.

Foram considerados como limitações deste estudo: (1) não avaliar o fluxo sanguíneo, o que resultou apenas uma inferência de aumento ou diminuição de fluxo a partir da análise da temperatura cutânea através de imagens de infravermelho, (2) ausência da análise bioquímica de marcadores de FAP, o qual traria resultados mais consistentes e (3) não realizar o registro da ITIV durante o exercício e logo após a FAP, que dessa forma poderia ser analisado as mudanças de temperatura e termorregulação corporal durante e após o exercício de indução a FAP, trazendo resultados mais sólidos.

A correlação entre a percepção algica, atividade eletromiográfica e análise termográfica em indivíduos submetidos à indução de FAP no bíceps braquial, até o momento tem sido pouco explorada. Dessa forma, esse estudo contribui para preencher essa lacuna e fornece informações que podem colaborar para o aperfeiçoamento de abordagens avaliativas em indivíduos acometidos pela FAP.

## **5 CONCLUSÃO**

Esse estudo demonstrou redução da atividade eletromiográfica, aumento da temperatura e maior intensidade nos escores de percepção algica pós indução da FAP. Contudo não foram identificadas correlações entre essas variáveis. Salienta-se que os resultados observados não são potencialmente suficientes para consolidar as respostas identificadas. Entretanto o presente estudo pode contribuir para o aperfeiçoamento de novas pesquisas sobre esse assunto a fim de elucidar os questionamentos aqui apresentados.

## REFERÊNCIAS

- Al-nakhli, h. H. Et al. The use of thermal infra-red imaging to detect delayed onset muscle soreness. *J vis exp*, n. 59, jan 22 2012. Issn 1940-087x (electronic) 1940-087x (linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22297829> >.
- Ammer, k. The glamorgan protocol for recording and evaluation of thermal images of the human body. *Thermology international*, v. 18, n. 4, p. 125-144, 2008.
- Ascensão, a. Et al. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista portuguesa de ciências do desporto*, v. 3, n. 1, p. 108-123, 2003.
- Bartuzi, p.; roman-liu, d.; wisniewski, t. The influence of fatigue on muscle temperature. *Int j occup saf ergon*, v. 18, n. 2, p. 233-43, 2012. Issn 1080-3548 (print) 1080-3548 (linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22721541> >.
- Besson, p.; perl, e.r. responses of cutaneous sensory units with unmyelinated fibers to noxious stimuli. *J neurophysiol*, 1969; 32:1025-1043.
- Cerqueira, mikhail santos et al . Rate of force development to evaluate the neuromuscular fatigue and recovery after an intermittent isometric handgrip task with different blood flow restriction conditions. *Motriz: rev. Educ. Fis., rio claro* , v. 25, n. 1, e1019123, 2019 .
- Cheung, karoline; hume, patria; maxwell, linda. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports medicine* 2003; 33 (2): 145-64.
- Dancey, c.; reidy, j. Estatística sem matemática para psicologia: usando spss para windows. Portoalegre: artmed, 2006.
- Dimitrov, g.v.; arabadzhiev, t.i.; hogrel j.y.; dimitrova, n. A. Simulation analysis of interference emg during fatiguing voluntary contractions. Part ii – changes in amplitude and spectral characteristics. *Journal of electromyography and kinesiology* 18 (2008) 35–43
- Dos santos, m. G.; dezan, v. H.; sarraf, t. A. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Rev. Bras. Ciên. E mov. Brasília* v, v. 11, n. 1, p. 07-12, 2003.
- Faul, f. Et al. G\* power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*, v. 39, n. 2, p. 175-191, 2007. Issn 1554-351x.
- Fielding, r.a.; violan, m.a.; svetkey, l. Et al. Effects of prior exercise on eccentric exercise-induced neutrophilia and enzyme release. *Med sci sport exer* 2000;32:359-64
- Fuglevand, a. J.; winter, d. A.; patla, a. E. Models of recruitment and rate coding organization in motor-unit pools. *Journal of neurophysiology*, v. 70, n. 6, p. 2470-2488, 1993. Issn 0022-3077.
- Hadžić, v. Et al. Can infrared thermography be used to monitor fatigue during exercise? A case study. *Journal of sport and health science*, 2015. Issn 2095-2546.
- Hermens, h. J. Et al. European recommendations for surface electromyography. *Roessingh research and development*, v. 8, n. 2, p. 13-54, 1999.

Hunter, s. K. Et al. Sex differences in time to task failure and blood flow for an intermittent isometric fatiguing contraction. *Muscle & nerve*, v. 39, n. 1, p. 42-53, 2009. Issn 0148-639x.

Kakuda, w. Et al. High-frequency rTMS for the treatment of chronic fatigue syndrome: a case series. *Internal medicine*, v. 55, n. 23, p. 3515-3519, 2016. Issn 0918-2918.

Levine, j.d.; taiwo, y. *Inflammatory pain. Text book of pain*. 3rd ed., edinburgh, scothand, churchill livingstone, 1994; 45-56.

Loewenstein, w.r.; mechano. Electric transduction in the pacinian corpuscle: initiation of sensory impulses in mechanoreceptors. *Handbook of sensory physiology*. Berlin. Springer-verlag, 1971;267-290.

Marianne jensen hjermsstad; peter, m.; fayers; dagny, f. Et al. Haugen on behalf of the european palliative care research collaborative (eprc). Studies comparing numerical rating scales, verbal rating scales, and visual analogue scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review. *Journal of pain and symptom management*, volume 41, issue 6, 1073 – 1093, 2011.

Neves, eduardo b.; vilaça alves, josé; moreira, tiago r.; de lemos, rui j. C. A.; rei s, victor m. The thermal response of biceps brachii to strength training. *Gazzetta medica italiana. Archivio per le scienze mediche* 2016 ;175(10):391-399

Nosaka, k.; newton, m.; sacco, p.; delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scand j med sci spo* 2002;12:337-46

Potvin, j. R.; fuglevand, a. J. A motor unit-based model of muscle fatigue. *Plos computational biology*, v. 13, n. 6, p. E1005581, 2017. Issn 1553-7358.

Quesada, j. I. P. *Application of infrared thermography in sports science*. Springer, 2017. Isbn 3319474103.

Rocha, a.p.c.; kraychete, d.c.; lemonica, l. Et al. Dor: aspectos atuais da sensibilização periférica e central. *Rev bras anestesiologia* 2007; 57: 1: 94-105.

Tesch, p.; karlsson, j. Lactate in fast and slow twitch skeletal muscle fibres of man during isometric contraction. *Acta physiologica*, v. 99, n. 2, p. 230-236, 1977. Issn 1365-201x.

Toma, k. Et al. The effects of acupuncture needle stimulation on skeletal muscle activity and performance. *Journal of strength and conditioning research*, v. 12, p. 253-257, 1998. Issn 1064-8011.

Wilmore, j. H.; costill, d. L. *Fisiologia do esporte e do exercício*. 2. Ed. Tamboré barueri: manole, 2001.