



## 5º Congresso de Pós-Graduação

### EFEITO DA ISQUEMIA INDUZIDA SOBRE O SINAL ELETROMIOGRÁFICO - ANÁLISE NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA.

#### Autor(es)

CLIVIA CRISTHINE AMARAL BANDEIRA

#### Orientador(es)

Delaine Rodrigues Bigaton

#### 1. Introdução

A eletromiografia de superfície (EMGs) é um método não invasivo que permite a observação da atividade muscular por meio da detecção e registro do potencial elétrico emanado das fibras musculares esqueléticas (Portney e Roy, 2005). É um método muito utilizado na área clínica e na pesquisa, podendo ser empregado na análise da função muscular em várias condições, sejam elas em condições normais (estudos biomecânicos e cinesiológicos) ou patológicas (disfunções neuromusculares) (Merletti et al., 1992; Portney e Roy, 2004). Dentre as condições patológicas, pode-se avaliar por meio da EMGs o comportamento muscular perante a isquemia, presente em várias patologias como a doença arterial periférica crônica, obstrução arterial aguda, aterosclerose, entre outras (Nakano, 2005).

O sinal eletromiográfico pode ser analisado de duas formas: pela amplitude do sinal (domínio do tempo) e/ou frequência média e/ou mediana (domínio da frequência). A amplitude do sinal pode ser manipulada eletronicamente, para facilitar a quantificação dos dados brutos por meio da raiz quadrada da média dos quadrados (Root Mean Square- RMS) (Basmajian e De Luca, 1985). O domínio da frequência expressa mudanças na velocidade de condução, no pH intramuscular, modificação no recrutamento, sincronização da unidade motora e tipo de fibra. Entretanto, é a frequência mediana a que melhor representa as alterações decorrentes da ausência de fluxo sanguíneo no músculo (Basmajian e De Luca, 1985; Alisson e Fujiwara, 2002).

Assim sendo, a EMG tem sido usada para a análise da contração muscular sustentada mediante isquemia total ou parcial do fluxo sanguíneo muscular, já que permite observar alterações no recrutamento das unidades motoras e a velocidade de condução das fibras musculares sob essas condições. Magora et al. (1980); Farina et al. (2005); Clark et al. (2006) verificaram que o sinal EMG apresentava diminuição na frequência mediana, pois a ausência de fluxo sanguíneo leva ao acúmulo de metabólitos, diminuição do potencial de membrana e alterações na permeabilidade da membrana da célula.

Dessa forma, compreender o efeito da isquemia sobre o músculo esquelético se faz importante para a área clínica, para uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos na regulação da contração muscular.

## 2. Objetivos

---

Analisar o efeito da isquemia induzida sobre a freqüência do sinal eletromiográfico do grupo muscular extensor do punho.

## 3. Desenvolvimento

---

**Voluntárias** Foram selecionados para este estudo 13 voluntárias, do gênero feminino com idade média de 25 anos, saudáveis e sedentárias, com índice de massa corpórea (IMC) média de 20,78, submetidas a uma avaliação que constou de dados pessoais, anamnese e avaliação fisioterapêutica.

**Procedimento experimental** Isquemia induzida A isquemia foi realizada utilizando um esfigmomanômetro da marca Pressure N/C, posicionado na região proximal do braço dominante e inflado até aproximadamente 180mmHg (Farina et al., 2005) ou até a ausência do fluxo sanguíneo da artéria braquial, confirmada por meio do ultra-som Doppler Nicolet Vascular Versalab SE, com transdutor de 8MHz, por 5 minutos. Para que não houvesse alterações circulatórias irreversíveis funcionais, metabólicas e musculares, o tempo máximo de isquemia foi inferior a 2 horas (Bitu-Moreno et al., 2002).

**Exame eletromiográfico** A atividade eletromiográfica (EMG) foi obtida por meio de um conversor analógico digital de 16 canais, com programa de aquisição de dados (AqDados 4.6 – Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda). Foi utilizado eletrodo de superfície diferencial simples (Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda) com duas barras de prata pura retangulares (10x2 mm) e paralelas, ganho de 100 vezes, modo de rejeição comum (CMRR) de 130 dB e impedância de entrada de 10 G $\Omega$ . O eletrodo foi posicionado perpendicularmente às fibras do grupo muscular extensor do punho, na região dorsal do braço, à aproximadamente 5 cm do cotovelo, na massa muscular que emergiu quando a voluntária foi solicitada a realizar extensão do punho contra-resistência (CRAM, KASMAN, 1998), após ter sido feita tricotomia e limpeza da pele com álcool a 70%. Para a redução do ruído de aquisição utilizou-se um eletrodo retangular (33x31 mm) de aço inoxidável como eletrodo de referência, que foi posicionado no processo estilóide da ulna ou no epicôndilo lateral do mesmo lado avaliado. A voluntária foi posicionada sentada, ombro em posição neutra, cotovelo flexionado a 90°, o antebraço pronado e apoiado em um suporte, dedos fletidos, realizando três contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) por 15 segundos, com uma célula de carga modelo MM-100 (KRATOS®) posicionada perpendicularmente à mão da voluntária e que tracionava com o movimento de extensão do punho. A avaliação eletromiográfica foi feita em 2 situações: pré-isquemia e pós-isquemia imediata, onde em cada uma dessas situações foram realizadas 3 mensurações em contração isométrica voluntária máxima por 15 segundos, sem intervalos entre as contrações. O processamento do sinal foi feito off-line por meio do software MATLAB 6.5.1, onde se utilizou uma função específica para o estudo da freqüência mediana. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste t para dados pareados, sendo 5% ( $p \leq 0,05$ ) o nível de significância aceito para a análise estatística dessa variável.

## 4. Resultados

---

Este estudo buscou verificar se a isquemia induzida alterava a freqüência mediana do grupo muscular extensor do punho. Observou-se que a freqüência mediana foi menor no período pós-isquêmico imediato do que no pré-isquêmico (63,78 e 67,67 respectivamente), entretanto não houve diferença significativa entre os grupos ( $p=0,137$ ) (Tabela 1, em ANEXO). A isquemia induzida promove diminuição da capacidade de contração muscular, pois segundo Farina et al., (2005) e Clark et al., (2006), a interrupção do fluxo sanguíneo leva a redução na velocidade de condução do potencial de ação da unidade motora. Esta situação é possivelmente ocasionada por mudanças no pH intracelular (acúmulo de íons H<sup>+</sup>) e pelo desequilíbrio da bomba de Na<sup>+</sup>\_K<sup>+</sup>, com aumento da concentração de Na<sup>+</sup> intracelular e de K<sup>+</sup> extracelular. Há ainda hipóteses de que tais alterações provocam mudanças no acoplamento dos miofilamentos pela incapacidade da liberação dos íons Ca<sup>2+</sup> no interior da fibra muscular, o que ocasiona queda na capacidade de produção de força, caracterizando uma situação de fadiga muscular (Fitts, 1994; Murthy et al., 2001; Völlestad, 1997). Este estudo não concorda com os achados de Barnes e Williams, (1987); Rongen et al., (2002) e Farina, et al., (2005) que observaram alterações na velocidade de condução nas fibras musculares quando os músculos flexor radial do carpo, palmar longo e abdutor curto do polegar eram submetidos a um

período isquêmico superior a 10 minutos. Dessa forma, acredita-se que a divergência entre os dados obtidos ocorreu possivelmente devido ao curto período isquêmico utilizado no presente estudo que foi de 5 minutos. Os níveis da frequência mediana foram muito próximos nas fases pré-isquêmica e pós-isquêmica, possivelmente devido à recuperação da velocidade de condução do potencial de ação das unidades motoras no momento da reperfusão sanguínea (Hogan et al., 1999). Os tipos de fibras do grupo muscular extensor do punho (tipo I e tipo II) podem ter também influenciado os resultados. Mortimer et al., (1970) observou o comportamento de músculos com predominância de fibras do tipo I e músculos com fibras predominantemente do tipo II sob condições isquêmicas, observando que ambos tiveram diminuição da velocidade de condução, sendo esta mais pronunciada nas fibras do tipo II. Entretanto, os resultados do presente estudo não concordam os achados dos autores supra-citados, haja vista que a diminuição da frequência mediana do sinal não foi estatisticamente significativa. Acredita-se que esse resultado foi obtido devido ao tamanho da amostra e também pelo reduzido período de isquemia.

## 5. Considerações Finais

---

Nas condições experimentais utilizadas observou-se que a isquemia induzida não alterou a frequência mediana do sinal eletromiográfico de superfície, do grupo muscular extensor do punho. Recomenda-se, portanto, que em futuros estudos a amostra e o tempo de isquemia sejam aumentados.

## Referências Bibliográficas

---

- Alisson G, Fujiwara T. The relationship between EMG median frequency and low frequency band amplitude changes at different levels of muscle capacity. **Clin Biomech.** V.7, p. 464-469, 2002.
- Barnes W, Williams J. Effects of ischemia on myo-electrical signal characteristics during rest and recovery from static work. **Am J Phys Med.** V.66, n.5, p.249-263, 1987.
- Basmajian J, De Luca C. **Muscles alive: their function revealed by electromyography.** Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.
- Bitu-Moreno J, Francischetti I, Hafner L. Lesões de isquemia- reperfusão em músculos esqueléticos: fisiopatologia e novas tendências de tratamento, com ênfase em reperfusão controlada, **J Vasc Br.** v.1, p.113-120, 2002.
- Cram J, Kasman G. **Introduction to surface electromyography.** Aspen, Gaithersburg, 1998.
- Enoka R, Stuart D. Neurobiology of muscle fatigue. **J Appl Physiol** v.72, p.1631-1648,1992.
- Farina D, Gazzoni M, Camelia F. Conduction velocity of low-threshold motor units during ischemic contractions performed with surface EMG feedback. **J Appl Physiol.** V.98, p.1487-1494, 2005.
- Hogan M, kohin S, Stary C, Repple R. Rapid force recovery in contracting skeletal muscle after brief ischemia is dependent on O<sup>2</sup> availability. **J Appl Physiol.** V.87, n.6, p.2225-2229, 1999.
- Magora A, Blank A, Gonen B. Effects of artificially induced ischemia (All) on the electrophysiological pattern of muscular fatigue in healthy humans. **Electromyogr Clin Neurophysiol.** V.20, p.125-140, 1980.
- Merletti R, Knaflitz M, De Luca C. Electrically evoked myoelectric signals. **Crit Rev Biomed Eng** v.19, p. 293-340, 1992.
- Mortimer J, Magnusson R, Petersén I. Conduction velocity in ischemic muscle: effect on EMG frequency spectrum. **Am J Physiol** v.219,n.5, p.1324-1329, 1970.
- Nakano L. **Avaliação objetiva de isquemia de membros superiores: uso do dinamômetro isocinético** [tese]. São Paulo: USP, 2005
- Portney L. Roy S. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. In: O' Sullivan S, Schmitz T. **Fisioterapia: avaliação e tratamento.** São Paulo: Manole; 2005.p. 213-256.
- Rongen G, Van dijk J, Van ginneken E, Stegeman D, Smits P, Zwarts M. Repeated ischaemic isometric exercise increase muscle fibre conduction velocity in humans: involvement of Na(+)-K(+)- ATPase. **J Physiol.** v.540, p.1071-1078, 2002.

## Anexos

---

Tabela 1: Valores da média e desvio padrão da freqüência mediana do grupo muscular ex punho antes e após a isquemia induzida.

***Freqüência Mediana***

	Média	Desvio Padrão	P valor
Pré-isquemia	67,67	13,34	0,137
Pós-isquemia	63,78	16,80	