

# Análise Eletromiográfica do músculo Reto da Coxa em Exercício Resistido Incremental

## Autores

---

Vinicius Cobos Stefanelli  
Ana Paula de Aguiar  
Delaine Rodrigues Bigaton

## Orientador

---

Delaine Rodrigues Bigaton

## 1. Introdução

---

A eletromiografia de superfície é uma técnica eletrodiagnóstica não invasiva que tem sido extensamente utilizada para estimar a fadiga muscular (BASMAJIAN e DE LUCA, 1985) e para aumentar o entendimento funcional do músculo quadríceps (KAMEN e CALDWELL, 1996), podendo ser utilizada como indicador de estresse, identificador de padrão de movimento e parâmetro de controle do sistema nervoso (DE LUCA, 1997).

O sinal registrado através dos eletrodos de superfície reproduz a superposição temporal e espacial dos potenciais de ação das unidades motoras abaixo do mesmo (BASMAJIAN e DE LUCA, 1985), onde esses registros podem ser analisados por meio de duas variáveis fidedignas (GERDLE et al. 2000), sendo a raiz quadrada da média - *Root mean square* (RMS) e a frequência mediana (Fmed) do sinal eletromiográfico (BASMAJIAN e DE LUCA 1985; KRIVICKAS et al.1996; EBENBICHLER et al. 1998; BARATTA et al.1998; GERDLE et al. 2000; MATHUR et al. 2005; PINCIVERO et al. 2006).

Tem-se notado com muita frequência ao analisar a fadiga muscular induzida por exercícios resistidos alteração de Fmed em direção às baixas frequências concomitante ao aumento consistente dos valores de Rms (BASMAJIAN & DE LUCA,1985; KRIVICKAS et al.1996; BARATTA et al.1998; GERDLE et al. 2000; MATHUR et al. 2005; PINCIVERO et al. 2006).

A alteração da frequência do sinal eletromiográfico tem sido atribuída às alterações periféricas, principalmente pela redução da velocidade de condução da fibra muscular e alterações centrais como o disparo sincronizado das unidades motoras e o recrutamento de novas unidades motoras (KRIVICKAS et al. 1996; EBENBICHLER et al. 1998 BIGLAND-RITCHIE e WOODS, 1984; Pincivero et al. 2006).

A análise da fadiga do músculo reto da coxa (RC), por meio da Fmed, durante o exercício incremental ainda é assunto pouco explorado, pois a literatura sobre essa análise é escassa. Assim sendo, a realização do presente estudo justifica-se pela escassez de literatura sobre a relação entre o exercício resistido incremental e o comportamento do sinal eletromiográfico.

Como hipótese, acredita-se que a atividade eletromiográfica do músculo RC sofra alteração durante o

exercício resistido incremental.

## 2. Objetivos

---

Avaliar o comportamento do sinal eletromiográfico do músculo RC, por meio da Fmed, durante exercício resistido incremental.

## 3. Desenvolvimento

---

Participaram do estudo 24 homens com idade entre 18 e 26 anos, submetidos à exercício resistido do tipo Leg Press 45°.

O exercício foi realizado de forma crescente seguindo a padronização de fracionamento das cargas a 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24% da força dinâmica máxima. As séries foram compostas de 1min. em contração estática e repouso de 2min. entre as mesmas para o acréscimo de carga.

A coleta do sinal eletromiográfico foi realizada no laboratório de recurso terapêutico do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba/UNIMEP, por meio de um eletromiógrafo modelo EMG1000 da Lynx. Para captação da atividade eletromiográfica do músculo reto da coxa direito (RCD) e reto da coxa esquerdo (RCE) foram utilizados dois eletrodos de superfície diferencial simples. Um eletrodo de referência foi colocado sobre o manúbrio esternal com o objetivo de eliminar eventuais interferências externas. O registro eletromiográfico foi realizado durante a contração isométrica mantida por 1min. sendo repetidas por 3 vezes e após a fadiga no 3°, 6° e 9° minuto.

Para análise estatística, foi testada a homogeneidade e normalidade da amostra pelo pacote estatístico *GraphPad InStat 2.1*, e a partir deste foi selecionado o teste de Friedman para amostras repetidas e o teste de Dunn para múltiplas comparações.

## 4. Resultados

---

No procedimento experimental realizado, quando considerado o comportamento dos músculos RCD e RCE a análise estatística mostrou diferença extremamente significativa ( $p < 0,0001$ ).

As diferenças estatísticas foram observadas de forma crescente no RCD do repouso para as cargas sucessivas de 6 à 24% de 1RM.

As Figuras 1 e 2 ilustram o comportamento e os valores de média e desvio padrão da Fmed dos músculos

RCD e RCE, respectivamente, para cada estágio durante o procedimento experimental incremental.

Figura 1 – Valores  $X \pm DP$  do comportamento Fmed normalizada do músculo RFD (n=26). (\*)diferença estatística significativa e (\*\*)diferença estatística extremamente significativa.

Figura 2 – Valores  $X \pm DP$  do comportamento Fmed normalizada do músculo RFE (n=26). (\*)diferença estatística significativa e (\*\*)diferença estatística extremamente significativa.

Para comparar os dados de ambos os músculos, foi aplicado o teste *t* para medidas independentes o qual este mostrou não haver diferença estatística significativa para nenhuma carga entre os músculos estudados.

Dentre as informações normalmente extraídas a partir do sinal mioelétrico, existe o comportamento temporal e espectral do sinal eletromiográfico (SODERBERG e KNUTSON 2000). O comportamento temporal, é verificado por meio do RMS (FARINA e MERLETTI, 2000), já o comportamento espectral pode ser analisado pelas frequências características, as quais são: Fmed, média e menos comum a moda (STULEN e DE LUCA, 1981).

A análise no domínio da frequência permite avaliar a frequência de disparo das unidades motoras, sendo possível, dentre outras variáveis, identificar a fadiga muscular (MERLETTI, KNAFLITZ e DE LUCA, 1992; KRIVICKAS et al, 1996, BARATTA et al, 1998; BILODEAU et al,2003; PINCIVERO et al, 2001; GREEN, MARK e CAMPY ,2006) e o recrutamento motor (GERDLE ET AL, 2000; KAY ET AL, 2000; EBENBICHLER ET AL, 1998).

O comportamento crescente da Fmed observado no presente estudo não condiz com os achados já descritos na literatura, os quais determinam que em vigência da fadiga a Fmed desloca-se para as baixas frequências (EBENBICHLER et al, 1998; LINDEMAN ET AL, 1999; MASUDA et al, 1999; GERDLE et al, 2000; KAY et al, 2000; BILODEAU et al, 2003; MATHUR et al, 2005; PINCIVERO et al, 2006). Provavelmente a discrepância de resultados tenha ocorrido devido a diferenças metodológicas.

KAY et al (2000), ao pesquisar diferentes formas de recrutamento neuromuscular do RC durante contrações excêntrica, concêntrica e isométrica, observou fadiga muscular do músculo RC pelo comportamento decrescente da Fmed durante a contração isométrica. Neste teste os voluntários foram submetidos à contração voluntária máxima do quadríceps femoral em isometria durante uma série de 100s, induzindo o RC à fadiga.

EBENBICHLER et al (1998) também observou fadiga muscular para o RC em exercício de contração isométrica dos músculos do quadríceps femoral, porém utilizando cargas de 30, 50 e 70%; sustentando-as até que houvesse um diminuição abaixo dos 90% da força muscular para cada uma delas. Verificou também que a queda mais acentuada da Fmed para o músculo RC, comparado aos vastos.

O comportamento crescente de Fmed verificado no presente estudo não condiz com os achados supra citados. Tal fato pode ser explicado pelas baixas porcentagens de contração voluntária máxima utilizadas, as quais não ultrapassaram 24%, sendo que as mesmas foram divididas em 8 séries (3,6,9,12,15,18,21 e 24%) com duração de 1 min cada; possibilitando o recrutamento motor crescente em todas as séries e não

induzindo o músculo RC à fadiga.

Comportamento semelhante ao obtido no presente estudo foi encontrado por PINCIVERO et al (2001) ao estudar influências na Fmed dos músculos quadríceps, porém com cargas mais elevadas. Sua pesquisa constituiu de 30 voluntários, que foram submetidos à exercício de contração isométrica de extensão do joelho, com intensidades progressivas de 10 à 90% da contração voluntária máxima, divididas em 9 séries (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90%) com duração de 5 s cada. Assim como no presente estudo, é possível que tal comportamento tenha ocorrido devido ao tempo de repouso entre as séries, com 2 min de duração, permitindo a oxigenação e remoção de produtos ácidos dos músculos, restabelecendo assim seus níveis de força e sua capacidade funcional de vascularização (BASMAJIAN E DE LUCA 1985).

Vale ressaltar que no presente estudo, os 2 min de repouso entre as séries, foram estabelecidos para que as cargas fossem trocadas; e para controle da pressão arterial e frequência cardíaca.

Segundo GERDLE et al (2000), alterações da Fmed com o aumento da força ou fadiga são influenciadas pela composição e pelo tamanho da fibra muscular.

BASMAJIAN e DE LUCA (1985) relatam que mais lactato é acumulado em músculo que constituem-se em grande parte de fibras de contração rápida (tipo II) que aqueles que possuem em grande parte de fibras de contração lenta (tipo I).

Estudos de JOHNSON et al (1973) apud e BILODEAU et al (2003) comprovaram que o RC possui maior proporção de fibras do tipo II em relação as do tipo I (60-70% e 30-40%, respectivamente).

Em estudo anatômico recente observou-se maiores diâmetros de fibra do tipo II no RC (74um) comparado às fibras dos vasto medial e vasto lateral (65 e 63 um, respectivamente; RAINOLDI et al, 2001).

Perante o exposto, pode-se relatar que o músculo RC apresenta comportamento crescente da Fmed do sinal eletromiográfico quando submetido ao procedimento experimental incremental. Acredita-se que tal comportamento tenha ocorrido devido às características das fibras musculares que compõe o músculo RC (predomínio de fibras tipos II), e também pelo procedimento experimental realizado, os quais são os baixos níveis de porcentagens para as cargas e grande tempo de repouso entre as séries.

## **5. Considerações Finais**

---

Nas condições experimentais realizadas pode-se relatar que o músculo reto da coxa apresenta comportamento crescente da frequência mediana do sinal eletromiográfico durante exercício resistido incremental, sendo esta situação condizente com o padrão de recrutamento motor desenvolvido pelo

músculo.

## Referências Bibliográficas

---

- BARATTA, R. V.; SOLOMONOW, M.; ZHOU, B. H.; ZHU, M. Methods to reduce the variability of EMG power spectrum estimates. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 8, p.279-285, 1998.
- BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. **Muscle alive: their function revealed by electromyography**. 5. ed. Baltimore, Williams & Wilkins, 1985.
- BIGLAND-RITCHE, B.; WOODS, J. J.. Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. **Muscle and Nerve**, 1984, (7):691-699.
- BILODEAU, M.; SCHINDLER-IVENS, S.; CHANDRAM, W. R.; SHARMA, C. S. S.. EMG frequency content changes with increasing force and during fatigue in the quadriceps femoris muscle of men and women. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 13, p.83-92, 2003.
- DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, vol. 13, p.135-163, 1997.
- EBENBICHLER, G.; KOLLMITZER, J.; QUITTAN, M.; UHL, F.; KIRTLEY, C.; FIALKA, V.. EMG fatigue patterns accompanying isometric fatiguing knee-extensions are different in mono- and bi-articular muscles. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, vol. 109, p. 256-262, 1997.
- GERDLE, B.; LARSSON, B.; KARLSSON, S. Criterion validation of surface EMG variables as fatigue indicators using peak torque: A study of repetitive maximum isokinetic knee extensions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 10, p. 225-232, 2000.
- KAY, D.; GIBSON, A. S. C.; MITCHELL, M. L.; LAMBERT, M. I.; NOAKES, T. D. Different neuromuscular recruitment patterns during eccentric, concentric and isometric contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 10, p.425-431, 2000.
- KAMEN, G.; CALDWELL, G. E. Physiology and interpretation of the electromyogram. **Journal of Clin Neurophysiology**, vol.13, p.366-384, 1996.
- KRIVICKAS, L. S.; NADLE, S. F.; DAVIES, M. R.; PETROSKI, G. F.; FRINBERG, J. H. Spectral analysis during fatigue: Surface and fine wire electrode comparison. **American Journal Physiology Medicine and Rehabilitation**, vol. 75, p.15-20, 1996.
- LINDEMAN, E.; SPAANS, F.; REULEN, J. P. H.; LEFFERS, P.; DRUKKER, J. Surface EMG of proximal legs muscles in neuromuscular patients and healthy controls. Relations to force and fatigue. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 0, p.299-307, 1999.
- MANINION, A. F.; DOLAN, P. Relationship between myoelectric and mechanical manifestations of fatigue in the quadriceps femoris muscle group. **European Journal Of Applied Physiology**, vol. 74, p.411-419, 1996.
- MASUDA, K.; MASUDA, T.; SADOYAMA, T.; INAKI, M.; KATSUDA, S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 9, p.39-46, 1999.
- MATHUR, S.; ENG, J. J.; MACINTYRE, D. L. Reliability of surface EMG during sustained contractions of

quadriceps. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 15, p. 102-110, 2005.

PINCIVERO, D. M.; GANDHI, V.; TIMMONS, M. K., COELHO, A. J. Quadriceps femoris electromiogram during concentric, isometric and eccentric phases of fatiguing dynamic knee extensions. *Journal of Biomechanics*, vol. 39, p.246-254, 2006.

PINCIVERO, D. M.; CAMPY, R. M.; SALFETNIKOV, Y.; BRIGHT, A.; COELHO, A. J. Influence of contraction intensity, muscle and gender on median frequency of the quadriceps femoris. *Journal Of Applied Physiology*, vol. 90, p. 804-810, 2001.

PORTNEY, L. in O'SULLIVAN, S.B.; SCHIMITZ, T. J. *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento*. 23ª Ed. Manole, 1993. Cap 10.

RAINOLDI, A.; MELCHIORRE, G.; CARUSO, I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. *Journal of Neuroscience Methods*, vol. 134, p. 37-43, 2004.

## Anexos



