
INFLUÊNCIA DA DIATERMIA POR MICROONDAS NA FORÇA DOS MÚSCULOS FLEXORES DO COTOVELO E NA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DO MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL

*Influence of the diathermy for microwaves in the force of the elbow flexors
and in the activity electromyography of the muscle brachial biceps*

**Wagner Menna Pereira¹, Luiz Alfredo Braun Ferreira²,
Fabrício Furtado Vieira³, Luciano Pavan Rossi⁴**

¹ Graduado em Fisioterapia - UNICENTRO. Mestrando em Bioengenharia - UNIVAP - Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos - SP. Cascavel, PR - Brasil, e-mail: wagner.fisio@hotmail.com

² Graduado em Fisioterapia - UNICENTRO. Mestrando em Bioengenharia - UNIVAP - Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos - SP. Ponta Grossa, PR - Brasil, e-mail: luiz_braun@hotmail.com

³ Graduado em Fisioterapia - UNICENTRO. Pós-Graduando em Terapia Manual e Postural - CESUMAR. Maringá - PR. Ponta Grossa, PR - Brasil, e-mail: fabriciofurvi@yahoo.com.br

⁴ Graduado em Fisioterapia - CESUMAR; Mestre em Bioengenharia - UNIVAP. Docente da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR. Docente da Faculdades Guairacá (FAG), Guarapuava, PR - Brasil, e-mail: lucianoprfsio@yahoo.com.br

Resumo

A eletromiografia possibilita o registro da atividade muscular durante o movimento, a qual, por meio de eletrodos de superfície, consegue captar a atividade global das unidades motoras durante a contração muscular. Dentre as aplicações da eletromiografia de superfície destaca-se a identificação da fadiga muscular. A fadiga muscular é considerada como uma falha ao manter um nível desejado de rendimento ou trabalho durante uma atividade repetitiva ou sustentada. No presente estudo 20 voluntários, entre homens e mulheres, com idade variando de 18 a 30 anos, foram submetidos a um protocolo exaustivo com duração de um minuto, de contração muscular isométrica máxima, em que foi obtido o sinal eletromiográfico do músculo bíceps braquial e avaliada a força dos músculos flexores do cotovelo antes e após a aplicação da diatermia por microondas, com o objetivo de analisar a influência do calor na força e na fadiga do músculo bíceps braquial. Para análise da fadiga foi utilizada a média dos valores da amplitude do sinal eletromiográfico, *Root Mean Square* (RMS), e a análise no domínio da frequência por meio da Transformada rápida de Fourier. Os resultados mostraram que a força dos músculos flexores do cotovelo foi reduzida de forma significativa ($p < 0,05$) após a aplicação do calor e adversamente ocorreu um aumento da frequência mediana do músculo bíceps braquial ($p < 0,05$). Pode-se concluir que a diatermia por microondas influenciou no aumento da frequência mediana do músculo bíceps braquial, indicando redução da fadiga após a aplicação de calor profundo.

Palavras-chave: Eletromiografia; Fadiga; Bíceps braquial; Contração muscular isométrica máxima.

Abstract

The electromyography makes possible the registration of the muscular activity during the movement, in the which through surface electrodes, it gets to capture the global activity of the motor units during the muscle contraction. Among the applications of the surface electromyography it is distinguished the identification of the muscular fatigue. The muscular fatigue is considered as a flaw to maintain a wanted level of revenue or work during a repetitive activity or sustained. In the present study 20 volunteers among men and women with age varying of 18 to 30 years they were submitted to an exhausting protocol of one minute of contraction isometric muscular maxim, in that was obtained the sign eletromiográfico of the muscle brachial biceps and appraised the muscle biceps force of the elbow flexors before and after the application of the diathermy for microwaves, with the objective of analyzing the influence of the heat in the force and in the fatigue of the muscle brachial biceps. For analysis of the fatigue the average of the values of the width of the electromyography sign was used, Root Mean Square (RMS), and the analysis in the domain of the frequency through Transformed fast of Fourier. The results showed that the force of the muscles flexors reduced in a significant way ($p < 0,05$) after the application of the heat, however increase of the medium frequency of the muscle brachial biceps was observed, however the values of RMS didn't present significant difference ($p > 0,05$). It can be concluded that the diathermy for microwaves influenced in the increase of the medium frequency of the muscle brachial biceps, indicating reduction of the fatigue after the application of deep heat.

Keywords: *Electromyography; Fatigue; Brachial biceps; Maxim isometric muscle contraction.*

INTRODUÇÃO

A fadiga muscular tem se revelado como um dos tópicos centrais na investigação em fisiologia do exercício e recentemente tem crescido o interesse pelo seu estudo, principalmente por saber que ela pode influenciar a propriocepção, o controle motor e ser um dos fatores de risco para ocorrência de lesões por sobrecarga (1, 2).

Segundo Gonçalves (3) a fadiga muscular é considerada como uma falha ao manter um nível desejado de rendimento ou trabalho durante uma atividade repetitiva ou sustentada, podendo também ser definida como a redução da capacidade máxima de gerar força e potência muscular (4).

Esse processo possui sua etiologia multifatorial e sua origem e extensão depende da especificidade do exercício, do tipo de fibra muscular e do nível de aptidão física (5).

Estudos em atletas durante exercício submáximo prolongado mostraram que a fadiga aumenta em proporção quase direta à taxa de depleção do glicogênio muscular. A fadiga muscular no exercício máximo de curta duração está associada com a falta de oxigênio e com nível aumentado na concentração hidrogeniônica no músculo exercitado (6).

A eletromiografia tem sido amplamente utilizada para se compreender as funções e disfunções do sistema muscular durante o movimento humano. Este recurso tem possibilitado e despertado interesse de pesquisas em diversas áreas da fisiologia do exercício (7, 8).

As aplicações específicas da eletromiografia nas pesquisas em saúde são inúmeras, entre elas a avaliação da atividade muscular durante atividades funcionais, análise da taxa de disparo de unidades motoras e a identificação da fadiga muscular (3, 8, 9, 10).

É preconizado que a identificação não invasiva da fadiga muscular pode ser avaliada pela eletromiografia por meio da técnica de captação superficial, podendo ser uma alternativa de mensuração desse fenômeno pelo processamento do sinal eletromiográfico no domínio da frequência (3, 11, 12).

Para Basmajian e De Luca (13) o sinal eletromiográfico é um índice para a verificação da economia de desempenho e a fadiga é um fator importante na caracterização deste padrão de movimento e sua eficiência.

Uma das formas de induzirmos a fadiga é por meio da contração muscular isométrica voluntária máxima. A contração isométrica é uma forma estática de exercício que ocorre quando um músculo se contrai sem mudança apreciável no seu comprimento ou sem movimento articular visível. Embora não seja realizado o movimento angular, uma grande quantidade de tensão e rendimento de força é produzida pelo músculo (4).

O aquecimento por meio da diatermia por Microondas é indicado antes das técnicas cinesioterapêuticas, com intuito de aumentar a circulação, melhorar o fluxo sanguíneo, remover os subprodutos do processo inflamatório, além de melhorar a amplitude do movimento articular ao diminuir a rigidez e aumentar a extensibilidade das fibras de colágeno e a elasticidade dos tecidos moles (14, 15). A diatermia por Microondas caracteriza uma modalidade termoterapêutica que proporciona o aquecimento de tecidos moles de maneira bastante satisfatória, sendo utilizada no tratamento de várias lesões do aparelho músculo-esquelético (15).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência da diatermia por Microondas na força dos músculos flexores do cotovelo e principalmente na fadiga do músculo bíceps braquial por meio da análise eletromiográfica no domínio da frequência.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Participaram da pesquisa 20 indivíduos, adultos, jovens, saudáveis e ativos com idade entre 18 e 30 anos, de ambos os sexos e que não apresentavam patologia osteomioarticular. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual do Centro-Oeste, (nº054/2007), segundo a Resolução 196/96 do CNS.

Instrumentos e procedimentos

Para aquisição do sinal mioelétrico foi utilizado um eletromiógrafo de 8 canais (EMG System Brasil LTDA) conectado ao sistema de aquisição e análise de dados (WinDaqXL), sendo o sinal passado por um filtro de banda de 20-500Hz, amplificado em 1.000 vezes e convertido por placa A/D com frequência de amostragem de 2.000Hz para cada canal e com uma variação de entrada de 5mV. Foram utilizados eletrodos bipolares ativos, sendo realizada tricotomia e limpeza da pele com lixa fina e álcool, utilizando material individual e descartável, para reduzir a bioimpedância da pele nos locais de acoplamento dos eletrodos, como recomendado pela Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM).

Os eletrodos foram acoplados no músculo bíceps braquial e foi realizada marcação com caneta dermatográfica para reconhecimento posterior do local de recolocação dos eletrodos. Os mesmos foram colocados pelo método de referência anatômica, descrita por Delagi e Perotto (16). Foi utilizado um transdutor de carga de 200 kg para mensuração da força dos músculos flexores do cotovelo.

Foi utilizado um Microondas da marca KW de 2,45GHz, durante 16 minutos de aplicação, a partir de um eletrodo circular indutivo, a uma distância de 15 cm do ventre muscular, como solicitado no manual de instruções do aparelho, de forma a cobrir toda a superfície muscular, com uma amplitude variando entre 50 a 55% da intensidade máxima do aparelho, baseando-se na dose III de Schliepack, referida pelo indivíduo como uma forte, porém confortável sensação de calor.

Coleta de dados

Após a limpeza da pele, o indivíduo foi disposto na posição sentada com 90° de flexão de cotovelo, medida pela goniometria, sendo então posicionado o transdutor de força e acoplado os eletrodos. Foi solicitado ao indivíduo para realizar uma contração isométrica máxima voluntária (CIMV) dos flexores do cotovelo, já que não houve movimento articular, pois a manopla estava presa a uma corrente de aço fixada ao solo, sendo essa conectada à célula de carga.

O tempo de coleta da CIMV utilizado foi de 60 segundos, tanto no braço dominante, denominado procedimento, como no braço contralateral, denominado controle.

Durante a coleta foi orientado aos indivíduos para posicionar o braço que não estava sendo avaliado sobre o peito, para não haver compensações. Durante o teste de CIMV foi utilizado um apoio na região posterior do cotovelo para impedir que o indivíduo, de forma compensatória, realizasse o movimento de extensão do ombro, já que a força do músculo bíceps braquial aumenta com esse movimento (17).

Após a coleta do braço procedimento, houve um período de 60 segundos de repouso para o início da coleta do braço controle, porém a escolha da primeira coleta foi randomizada. Após a coleta de ambos os braços foi aplicado calor profundo, como descrito anteriormente, e após o período do aquecimento foi coletado imediatamente a força dos flexores de cotovelo conjuntamente com a atividade eletromiográfica do músculo bíceps braquial.

Análise de dados

Os dados foram analisados por meio de programa de processamento de sinais, Matlab 7.0 (MatWorks), e software Origin 7.0 (Massachusetts, USA) e a estatística descritiva e inferencial foi realizada por meio de programa estatístico SPSS (13.0 for Windows), sendo a comparação da força, amplitude do sinal eletromiográfico e a frequência mediana coletados antes e após o aquecimento as variáveis a serem analisadas.

Análise estatística

Para testar a normalidade ou não da amostra foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, com nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Como algumas das variáveis estudadas não apresentaram distribuição normal, foi utilizado o teste não-paramétrico Wilcoxon, com nível de significância de 95% ($p < 0,05$) para comparação da igualdade ou não das médias.

RESULTADOS

A média dos valores da amplitude do sinal eletromiográfico (RMS) encontrados nos dados coletados antes e após o procedimento e controle, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), como observado na Figura 1.

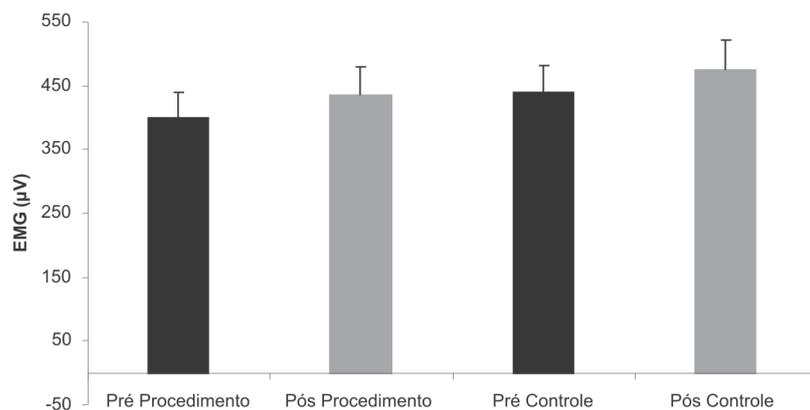


FIGURA 1 - Variação da atividade eletromiográfica - RMS (Média ± Erro Padrão)
* Diferença significativa na ativação muscular ($p < 0,05$)

Observou-se que houve um aumento da atividade eletromiográfica nos grupos procedimento e controle respectivamente de 9,8% e 9,2%, porém estas não foram significativas.

Em relação à força dos flexores do cotovelo, houve uma diminuição nos grupos pós-procedimento e pós-controle respectivamente de 7% e 5%, porém com diferença estatisticamente significativa somente no grupo procedimento ($p < 0,05$) como observado no Figura 2.

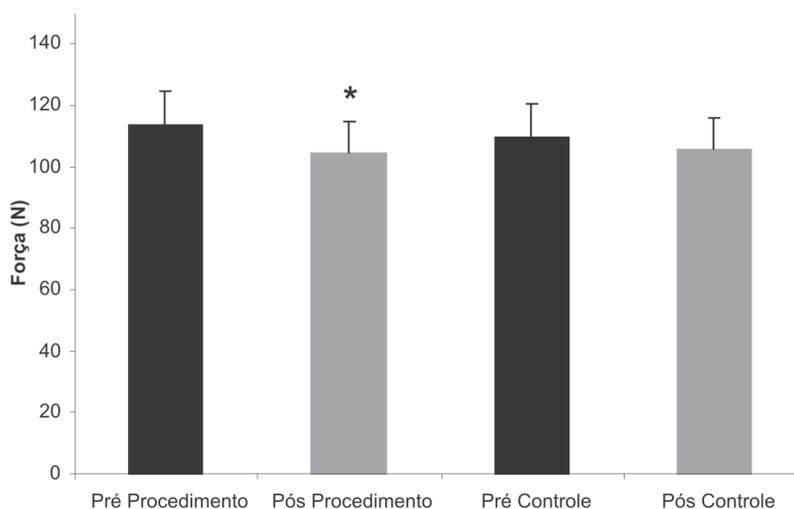


FIGURA 2 - Variação da força muscular (Média ± Erro Padrão).
* Diferença significativa na força dos músculos flexores do cotovelo ($p < 0,05$)

Quando analisada a frequência mediana, por meio da análise de Fourier, foi observado um aumento significativo ($p < 0,05$) após a aplicação do aquecimento, como visualizado na Figura 3.

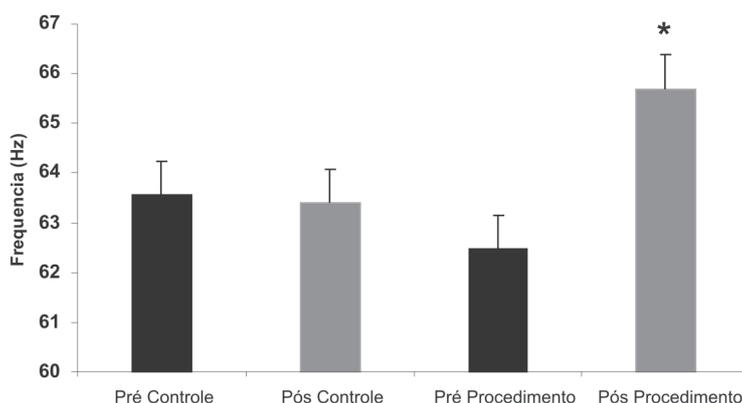


FIGURA 3 - Variação da frequência mediana através da Transformada de Fourier
* Diferença significativa na frequência mediana do músculo bíceps braquial ($p < 0,05$)

DISCUSSÃO

Diversos grupos musculares tem sido alvo de estudos relacionados à fadiga muscular no campo da eletromiografia (18, 19, 20).

Seghers e Spaepen (21) avaliaram a influência de dois protocolos de exercícios, na análise da fadiga dos músculos flexores do cotovelo. Os autores postularam que para a identificação da fadiga através da eletromiografia, ocorre um aumento da amplitude do sinal eletromiográfico e a queda da frequência mediana.

No âmbito do presente trabalho, quando analisado a frequência mediana do sinal eletromiográfico, foi observado que houve um aumento após o protocolo de aquecimento proposto, o que não corrobora com os achados de Seghers e Spaepen (21).

Conforme cita Masuda (22) “a análise da frequência mediana é o parâmetro menos sensível a ruídos e mais sensível aos processos fisiológicos e bioquímicos relacionados com contrações sustentadas, sendo comumente utilizada na observação da fadiga muscular.” O mesmo autor ainda identifica este processo muscular fisiológico, a partir da queda súbita da frequência no sinal eletromiográfico (23).

Nos achados de Bandeira (9) que avaliou a fadiga muscular do grupo extensor do punho, nas condições de fluxo sanguíneo normal e em isquemia induzida, ocorreu uma queda da frequência mediana em ambos os protocolos.

No presente estudo foram encontrados resultados diferentes em relação à análise da frequência mediana, quando comparados aos achados de Gonçalves e Barbosa (24) que obtiveram em seu estudo, avaliando os músculos eretores da espinha durante a realização de exercício isométrico em diferentes níveis de esforço, ocorrendo uma diminuição da frequência mediana de forma significativa ($p < 0,05$).

Com relação à fadiga do grupo muscular explanado no presente estudo, o membro submetido ao aumento da temperatura por meio do Microondas gerou um aumento da frequência mediana, fator esse que pode ter sua justificativa pelo aumento da temperatura intramuscular.

Comparando o aquecimento muscular com alterações nas propriedades elétricas por meio de eletromiografia, foram encontradas descobertas importantes (25). O autor relata existir relações diretamente proporcionais entre o aumento da velocidade de condução nervosa muscular e o aumento da temperatura. Esse processo ocorre por alterações eletrofisiológicas, principalmente pelo aumento do limiar de excitação da fibra e alterações a nível de potencial e permeabilidade de membrana.

O calor causa um aumento do metabolismo nas células nervosas, que leva à mudança nos potenciais celulares aumentando a velocidade de condução nervosa com o aumento na temperatura (14).

Oliveira e Gonçalves (26) analisando as diferenças entre a frequência mediana do sinal eletromiográfico e parâmetros de amplitude (RMS) de alguns grupos musculares, conclui que a RMS apresenta-se mais sensível que a frequência mediana às alterações causadas pela fadiga, independente da carga utilizada.

Ressaltamos que, no presente estudo, foi avaliado somente a atividade eletromiográfica (RMS) do músculo bíceps braquial, diferentemente da força muscular avaliada pela célula de carga que proporcionou a mensuração da força do grupo muscular flexor do cotovelo.

Como mencionado anteriormente, os valores da amplitude do sinal eletromiográfico encontrados nos dados coletados não variaram significativamente, tanto no grupo controle como no grupo procedimento, indicando que a diatermia por Microondas não teve influência na intensidade do sinal eletromiográfico.

Cardozo e Gonçalves (27) em seu estudo de fadiga com os músculos eretores da espinha relataram que a análise da RMS, relacionada à análise no domínio do tempo, tem demonstrado elevar-se em função da realização de determinado exercício, como consequência do recrutamento e da sincronização de unidades motoras visando manter o nível de força necessário para a realização de determinado exercício, bem como para compensar as já fadigadas. Fato esse que não corrobora com os dados encontrados no presente trabalho, uma vez que não ocorreu um aumento significativo da RMS após o incremento na temperatura.

Durante a realização do exercício isométrico até o surgimento da fadiga, ocorre um aumento tempo-dependente no sinal eletromiográfico, o que confere fidedignidade ao protocolo de exaustão utilizado (7, 24, 28, 29). Sendo que este aumento pode ocorrer devido a elevação da amplitude do potencial de ação, as mudanças na ordem de recrutamento das unidades motoras após os primeiros segundos de contração, ao aumento do recrutamento de unidades motoras ou ao aumento das taxas de disparo do neurônio motor, sendo estes fatores utilizados como estratégia de compensação da perda da função motora e sinal de fadiga muscular (30, 31, 32).

Porém quando analisado a força dos flexores do cotovelo, nota-se que houve uma diminuição da força após a aplicação do Microondas. Deve-se ter cautela para analisar esse dado, visto que a força de flexão do cotovelo é dada, principalmente, pelo músculo braquial e que outros músculos atuam durante a flexão, como o braquioradial, pronador redondo e flexores de punho (15). Assim, não se pode afirmar, com o presente estudo, que o calor gerado pelo Microondas alcançou os músculos profundos, principalmente o braquial, pois nenhuma técnica de medição da temperatura intramuscular ou cutânea foi utilizada.

A diminuição da força pode ter ocorrido por fadiga do músculo braquial, por este ser o principal flexor do cotovelo (15). Portanto, neste estudo, a análise da função muscular do bíceps braquial é mais justa, principalmente em relação aos achados eletromiográficos, já que este músculo se encontra, superficialmente, permitindo um maior aquecimento após a irradiação por Microondas em relação aos músculos profundos.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir por meio do protocolo de fadiga proposto, que os achados eletromiográficos no domínio da frequência mostraram alterações significativas no aumento da frequência mediana do músculo bíceps braquial, predizendo uma redução da fadiga muscular após a utilização do aquecimento pelo Microondas.

Em relação aos achados eletromiográficos no domínio do tempo, não foi observado nenhuma alteração na amplitude do sinal eletromiográfico do músculo bíceps braquial.

Em relação à força dos músculos flexores do cotovelo, houve redução após a utilização do aquecimento, porém, este não demonstra ser o fator determinante para avaliação da fadiga, já que o Microondas foi aplicado preferencialmente no músculo bíceps braquial.

Dessa forma, a utilização do aquecimento por meio do Microondas pode aumentar a frequência de disparo das unidades motoras, proporcionando ao músculo um maior recrutamento muscular.

REFERÊNCIAS

1. Ascensão A, Magalhães L, Oliveira J, Duarte J, Soares J. Fisiologia da fadiga muscular: mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2003;(1):108-123.
2. Silva SRD, Gonçalves M. Muscular fatigue analyses by eletromyographic signal amplitude. *Revista Brasileira Ciência e Movimento*. 2003;11(3):15-20.
3. Gonçalves M. Eletromiografia e a identificação da fadiga muscular. *Rev Bras Educ Fís Esp*. 2006; 20(5):91-93.
4. Silva S, Gonçalves M. Comparação de protocolos para verificação da fadiga muscular pela eletromiografia de superfície. *Rev. Motriz, Rio Claro*. 2003;9(1):51-58.
5. Santos M, Dezan V, Sarraf T. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Revista Brasileira Ciência e Movimento*. 2003;11(1):07-12.
6. Guyton A, Hall J. *Tratado de fisiologia médica*. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
7. Kumar S. Localized muscle fatigue: review of three experiments. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(1):9-28.
8. Oçarino Jm, Fonseca ST. Eletromiografia: interpretação e aplicações nas ciências da reabilitação. *Rev Fisioter Bras*. 2005;6(4):305-309.
9. Bandeira C, Bigaton DR. Análise eletromiográfica da fadiga no grupo muscular extensor do punho na isquemia induzida. *Anais do 12 Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2007 maio 30 - jun. 2; São Paulo: Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2007. p. 940-944.*
10. Passos FF, Cerqueira EP. Estudo morfológico e eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas), durante exercícios em cadeia cinética aberta e fechada, com e sem adução do quadril. *Revista Brasileira Ciência e Movimento*. 2003;11(13):67-76.
11. Rahnema N, Less A, Reilly T. Electromyography of selected lower-limb muscles fatigue by exercise at the intensity of soccer match-play. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2006;16(3):257-263.
12. Rubens A, Arsenault B, Gravel D, Lariviere C, Oliveira E. Back muscle strength and fatigue in healthy and chronic low back pain subjects: a comparative study of 3 assessment protocols. *Arch Phys Med*. 2005;86(4):722-729.
13. Basmajian JV, De Luca CJ, The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*. 1997;13(2):135-163.
14. Cohen M, Abdala R. *Lesões nos esportes: diagnóstico, prevenção e tratamento*. Rio de Janeiro: Revinter; 2003.
15. Prentice W. *Modalidades terapêuticas para fisioterapeutas*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2004.
16. Delagi EF, Perotto A. *For the electromyographer: the limbs*. Physical Medicine and Rehabilitation; 1981.
17. Smith L, Weiss E, Lehmkuhl L. *Cinesiologia clínica de Brunnstrom*. 5ª ed. São Paulo: Manole; 1997.
18. Lariviere C, Plamondon A, Lara J, Tellier C, Boutin J, Dagenais A. A study of the sensitivity and reliability of electromyographic parameters used to measure the activation and fatigue of different forearm muscles. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2004;(34):101-116.

19. Karlsson JS, Ostlund N, Larsson B, Gerdle B. An estimation of the influence of force decrease on the mean power spectral frequency shift of the EMG during repetitive maximum dynamic knee extensions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003 Oct;13(5):461-468.
20. McHugh MP, Tyler TF, Browne MG, Gleim GW, Nicholas SJ. Electromyographic predictors of residual quadriceps muscle weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*. 2002;30(3):334-339.
21. Seghers J, Spaepen A. Muscle fatigue of the elbow flexor muscles during two intermittent exercise protocols with equal mean muscle loading. *Clinical Biomechanics*. 2004;19(1):24-30.
22. Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1999;9(1):39-46.
23. Moreira WM, Oliveira PR, Oliveira L, Silva RA, Gonçalves CA, Mota YL. Análise da fadiga muscular durante contração isométrica dos músculos flexores do cotovelo. *Anais do 12 Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2007 maio 30 - jun. 2; São Paulo: Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2007. p. 1411-1416.*
24. Gonçalves M, Barbosa F. Análise de parâmetros de força e resistência dos músculos eretores da espinha lombar durante a realização de exercício isométrico em diferentes níveis de esforço. *Revista Brasileira Medicina do Esporte*. 2005;11(2):109-114.
25. Farina D, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. Effect of temperature on spike-triggered average torque and electrophysiological properties of low-threshold motor units. *Journal of Applied Physiology*. 2005;99(1):197-203.
26. Oliveira A, Gonçalves M. Exercícios resistidos de flexão do cotovelo: parâmetros temporais e espectrais da atividade eletromiográfica. *Anais do 12 Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2007 maio 30 - jun. 2; São Paulo: Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2007. p. 259-264.*
27. Cardozo A, Gonçalves M. Electromyographic fatigue threshold of erector spinae muscle induced by a muscular endurance test in health men. *Electromyography Clinic Neurophysiol*. 2003;43:377-380.
28. Tarkka IM. Power spectrum of electromyography in arm and leg muscles during isometric contractions and fatigue. *J Sports Méd*. 1984;24(3):189-194.
29. Moritani T, Nagata A, Muro M. Electromyographic manifestations of muscular fatigue. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(3):198-202.
30. Sbriccoli P, Bazzucchi I, Rosponi A, Bernardi M, De Vito G, Felici F. Amplitud and spectral characteristics of bíceps Brachii EMGs depend upon speed of isometric force generation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2003;13(2):139-147.
31. Gonçalves A. Atividade eletromiográfica dos músculos bíceps braquial e braquiorradial sob influencia de alongamento estático após exercícios exaustivos. *Bioscience Journal*. 2002; 18(2):362-367.
32. Carabajal D, La Torre M, Melo MO, Araújo LD, Chaise FO, Candotti CT. Comportamento do sinal EMG na recuperação de um protocolo de fadiga muscular dos extensores lombares. In: *Anais do 12 Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2007 maio 30 - jun. 2; São Paulo: Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2007. p. 142-147.*

Recebido: 03/12/2007

Received: 12/03/2007

Aprovado: 04/06/2008

Approved: 06/04/2008