

ANÁLISE DA ATIVIDADE ELÉTRICA MUSCULAR COM A APLICAÇÃO DE LASER DE ARSENIETO DE GÁLIO (904 nm) APÓS DIGITAÇÃO

G. Cirelli, Ms. ^{1e2}; P. H. C. Moreira, Ms. ^{1e2}; C. F. Amorim, M. ¹; E. R. Moraes, Dr. ¹

¹ GIPSI- Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D),
Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Brasil, 12244-000
Fone: +55 12 3947 1140, Fax: +55 12 3947 1149

² Universidade de Taubaté – UNITAU (Departamento de Fisioterapia)
eder@univap.br

Palavras-chave: Eletromiografia de Superfície, Laser de Baixa Potência, Fadiga Muscular, Dinamometria.

Área do Conhecimento: Engenharia Biomédica

Resumo: Neste estudo, foi avaliada a atividade elétrica muscular durante digitação, antes e após um tratamento com laser de baixa potência e mensurada com eletromiografia de superfície nos músculos extensor radial longo do carpo e trapézio. Os voluntários realizaram a atividade de digitação durante 30 minutos e foi analisada a atividade elétrica dos músculos bilateralmente, mediante eletromiografia de superfície (EMG) e uma intervenção terapêutica com laser de Arsenieto de Gálio (904 nm).

Introdução

Diante do elevado número de queixas de origem músculo-esqueléticas em membros superiores (MMSS) citadas e estudadas ultimamente, despertou o interesse sobre uma investigação eletromiográfica em indivíduos que utilizam o computador; já que esta atividade exige posturas fatigantes e estáticas [1]. Esta condição permanente forçará muito os músculos e tenderão a acumular ácido láctico, ficando predispostos para a lesão, no qual podemos comparar o quadro eletromiográfico antes e após a realização de laserterapia em membros superiores como recurso analgésico e bioestimulante celular [2,3].

Para analisar o conforto dos diversos grupos musculares do indivíduo nesta atividade de digitação, utiliza-se a eletromiografia de superfície (EMG), uma técnica que registra os potenciais de ação musculares que ocorrem espontaneamente ou em resposta à ativação muscular voluntária [4]. Esta resposta alterada pode ser indicativa, entre outras, de fadiga muscular [5].

A fadiga faz aumentar a probabilidade de lesões devido ao comprometimento da força muscular, coordenação, atenção mental e concentração [6,7].

Materiais e Métodos

O estudo contou com 20 voluntárias do sexo feminino após aprovação do comitê de ética em pesquisa. Foi projetado um ambiente de trabalho para a coleta da pesquisa obedecendo aos padrões ergonômicos adequados e similares a um posto de trabalho no laboratório da Faculdade de Ciências da Computação da Univap.

Durante a coleta dos sinais manteve-se a temperatura ambiente em torno de 25°, pois, segundo Cornwall [8] alterações de temperatura como calor ou frio acentuados podem interferir na capacidade muscular de resistência e pico de força, alterando o rendimento da atividade realizada.

A pesquisa obedeceu a um protocolo de investigação na qual primeiramente foi colhido um sinal da atividade elétrica muscular através de uma eletromiografia de superfície bilateralmente nos músculos trapézio e extensor radial longo do carpo antes das voluntárias iniciarem digitação, com os punhos sobre o teclado estaticamente com extensão de punho com uma força constante de 2 kgf, através de contração muscular isométrica, mensurada por um dinamômetro manual, marca KRATOS, com

capacidade de 100 kgf. Em cada situação, realizou-se coleta de dados eletromiográficos durante dez segundos, com taxa de amostragem de 2000 pontos por segundo. Após esta primeira coleta, a voluntária foi orientada a iniciar suas atividades de digitação por 30 minutos sem interrupção, visando um cansaço muscular como sugere Gerard [9].

A eletromiografia foi registrada imediatamente após este período de digitação; depois aplicado uma terapia com laser de baixa potência com densidade de energia de quatro joules/cm² durante um minuto e trinta e dois segundos e irradiado pela técnica de contato direto entre os dois eletrodos do membro superior direito (Figura 1) e no músculo trapézio direito.



Fig. 1 - Aplicação de Laser de AsGa

A posição dos eletrodos foi marcada nos voluntários com muita atenção para minimizar o erro de localização e para facilitar o posicionamento nos testes subsequentes como no trabalho de Gerard [9].

Em seguida a aplicação do laser, colheu-se novamente o sinal eletromiográfico.

Um eletromiógrafo EMG System de oito canais foi utilizado, com eletrodos ativos bipolares com contatos de prata de 2 mm de espessura e espaçados 10 mm entre si com gel como meio condutor nas interfaces, um eletrodo de referência constituído de placa metálica foi colocado no punho direito para minimizar interferências, lápis dermatográfico para marcação dos pontos de colocação dos eletrodos e fita adesiva para fixação dos eletrodos, que foram posicionados através da palpação dos músculos e testes de força muscular na linha média do ventre muscular, paralelamente ao sentido das fibras musculares.

Na coleta dos dados utilizou-se um filtro passa alta de 20 Hz e um filtro passa baixa de 500 Hz.

Foi feita uma higienização da pele da voluntária com álcool a 73,4% para melhorar a

impedância do tecido e diminuir os ruídos entre as interfaces.

O laser utilizado foi um PhisioLux da marca Bioset com comprimento de onda de 904 nanômetros de Arsenieto de Gálio e óculos de segurança do próprio fabricante.

Os dados da coleta foram registrados em um computador PENTIUM III 500 MHz e analisados os parâmetros de espectro de frequência, frequência média (FM) e mediana (FMD) e raiz quadrada da média quadrática (VRMS) da amplitude do sinal eletromiográfico, através de rotinas desenvolvidas no software MATLAB 6.0 (Math Works Inc). Estes dados foram tabulados pelo Microsoft Excel, o qual realizou análise dos parâmetros média e mediana e posterior análise estatística no software MATLAB 6.0 através do teste de Wilcoxon para dados não paramétricos, com nível de significância $p < 0,01$.

Resultados

Serão apresentados as médias e desvios padrões em forma de tabelas após normalização em relação à atividade basal do sinal EMG. Estes dados são diferentes significativamente com nível de significância $p < 0,01$.

Tabela I – Valores Referentes às Médias e Desvios Padrões dos Parâmetros VRMS, MF e MDF do ERLC D Normalizados

Parâmetros	Média Antes Dig.	Média Após Dig.	Média Após Laser	DP Antes Dig.	DP Após Dig.	DP Após Laser
VRMS	5,79	8,42	4,05	3,29	5,24	2,81
MF	1,56	1,46	1,69	0,55	0,61	0,76
MDF	1,89	1,75	2,03	1,09	1,06	1,08

Tabela II – Valores Referentes às Médias e Desvios Padrões dos Parâmetros VRMS, MF e MDF do ERLC E Normalizados

Parâmetros	Média Antes Dig.	Média Após Dig.	Média Após Laser	DP Antes Dig.	DP Após Dig.	DP Após Laser
VRMS	11,04	10,99	10,95	10,59	10,61	10,90
MF	1,34	1,40	1,38	0,38	0,44	0,42

MDF	2,04	1,69	1,66	1,94	0,98	0,97
-----	------	------	------	------	------	------

Tabela III– Valores Referentes às Médias e Desvios Padrões dos Parâmetros VRMS, MF e MDF do Trapézio D Normalizados

Parâmetros	Média	Média	Média	DP	DP	DP
	Antes Dig.	Após Dig.	Após Laser	Antes Dig.	Após Dig.	Após Laser
VRMS	5,03	4,36	2,59	5,79	3,68	2,39
MF	1,12	1,11	1,22	0,18	0,27	0,27
MDF	1,28	1,29	1,49	0,34	0,50	0,67

Tabela IV– Valores Referentes às Médias e Desvios Padrões dos Parâmetros VRMS, MF e MDF do Trapézio E Normalizados

Parâmetros	Média	Média	Média	DP	DP	DP
	Antes Dig.	Após Dig.	Após Laser	Antes Dig.	Após Dig.	Após Laser
VRMS	2,12	2,26	2,07	1,99	2,42	2,07
MF	1,28	1,38	1,36	0,23	0,55	0,50
MDF	1,62	1,75	1,74	0,66	1,10	1,09

Discussão

A coleta estática foi escolhida, devido a interpretação das variáveis do espectro de frequência do sinal EMG na contração dinâmica que pode ser dificultada pelas mudanças na força através dos movimentos, alterações de comprimento da fibra muscular, movimento da junção neuromuscular em relação à posição dos eletrodos e as alterações no número de unidades motoras ativas durante este tipo de contração [10].

As voluntárias ficaram sentadas à frente do monitor, posicionando os membros superiores sobre a bancada à frente do teclado, e segundo Peper [11] o posicionamento das mãos no teclado gera um aumento da atividade EMG do músculo trapézio, pois o indivíduo não percebe a elevação dos ombros quando se prepara para digitar, podendo encontrar assim alterações do sinal EMG nesta musculatura.

Como não foi utilizada a forma de localização do ponto motor para posicionamento dos eletrodos, utilizando como padrão um posicionamento previamente estabelecido conforme estudos encontrados em literatura, a

técnica de normalização do sinal EMG foi utilizada, pois estudos indicam que pequenas alterações de posicionamento dos eletrodos durante coletas desaparecem com a normalização do sinal. Ressaltando que erros relacionados às normalizações são responsáveis por 2-7% do total de variações na média do grupo, sendo necessário tomar cuidado com a utilização desta ferramenta [12, 13, 14,15].

A indicação de um estado de fadiga em um sinal EMG não depende apenas da fadiga e sim da produção de força muscular. Em grande parte dos estudos, a relação entre fadiga e alterações nos sinais EMG são baseados em estudos de laboratório, o qual a produção de força mantém-se em um nível constante, como neste trabalho [16].

Foi encontrado neste estudo que em ambos os grupos ocorreu um aumento do valor RMS e uma diminuição dos valores MF e MDF após 30 minutos de digitação. Após a aplicação de laser, houve uma alteração dos parâmetros, ocorrendo uma diminuição do valor RMS e um aumento dos valores MF e MDF, indicativo de que após a digitação, há um estado de fadiga e com a laserterapia existe uma recuperação destes fatores nos músculos estudados, sendo estes dados comprovados estatisticamente através do teste de Wilcoxon para dados não paramétricos com nível de significância $p < 0,01$.

A alteração do sinal EMG durante o estado de fadiga muscular ocorre devido a uma diminuição da taxa de disparo das unidades motoras e um aumento na amplitude da força de contração destas unidades motoras, gerando uma modificação nas propriedades do espectro, detectado principalmente durante uma contração sustentada e prolongada [17].

Chabran, Maton e Fourment [18] encontraram um decréscimo do parâmetro *MF* provavelmente devido fadiga muscular; Svensson, Burgard e Schlosser [19] observaram um decréscimo significativo da *MF* e um consistente acréscimo do valor *RMS* após atividade prolongada.

Conclusão

Conclui-se que a terapia com laser de baixa potência (904 nm), demonstra efetividade na recuperação da fadiga muscular pós digitação.

Referências Bibliográficas

[1] RODRIGUES, D. Análise da frequência mediana do sinal eletromiográfico de superfície antes e depois da aplicação da TENS em

- indivíduos com DCM e normais. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.5, n.2, p.59-64, jul-dez 2001.
- [2] ARMSTRONG, T. J. Biomechanical Aspects of upper extremity performance and disorders. **The University of Michigan Center for Ergonomics**, 1984.
- [3] KITCHEN, S. **Eletroterapia de Clayton**. 10ª ed. São Paulo: Manole, 1996, p.206-207.
- [4] ROBINSON, A. J., SNYDER-MACKLER, L. **Eletrofisiologia Clínica**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- [5] LUTTMANN, A., JÄGER, M., LAURIG, W. Electromyographical indication of muscular fatigue in occupational field studies. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.25, p.645-660, 2000.
- [6] WHITING, C. W., ZERNICKE, F. R. **Biomecânica da lesão musculoesquelética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, p.112-113.
- [7] BERNARDES, R. C., GUEDES, P. F. Flexibilidade. In: _____ **Lesões nos esportes – Diagnóstico, prevenção e tratamento**. COHEN, M., ABDALLA, R. J. Rio de Janeiro: Revinter, 2003, p.394-397.
- [8] CORNWALL, M. W. Effect of temperature on muscle force and rate of muscle force production in men and women. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.20, n.2, p.74-80, 1994.
- [9] GERARD, M. J., ARMSTRONG, T. J., REMPEL, D. A., WOOLLEY, C. Short Term and Long Term Effects of Enhanced Auditory Feedback on Typing Force, EMG, and Comfort While Typing. **Applied Ergonomics**, v.33, p.129-138, 2002.
- [10] 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**, v.10, p.225-232, 2000.
- [11] PEPPER, E.; WILSON, S. V.; TAYLOR, W.; PIERCE, A.; BENDER, K.; TIBBETTS, V. Repetitive strain injuries - computer user injury with biofeedback: assesment and training protocol. Disponível no site: < www.bfe.org>. Acesso em 30 abr 2003.
- [12] MATHIASSEN, S. E.; BURDORF, A.; VAN DER BEEK, A. J. Statistical power and measurement in ergonomic intervention studies assessing upper trapezius EMG amplitude - A case study of assembly work. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.12, p.45-57, 2002.
- [13] SVENSSON, P.; BURGAARD, A.; SCHLOSSER, S. Fatigue and pain in human jaw muscles during a sustained, low-intensity clenching task. **Archives of Oral Biology**, v.46, p.773-777, 2001.
- [14] QUITÉRIO, R. J. *et al.* Correlação entre as respostas da frequência cardíaca, do torque e do sinal eletromiográfico ao exercício isométrico de flexão do joelho. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v.3, supl A, p.2-14, 2003.
- [15] BILODEAU, M.; SCHINDLER-IVENS, S.; WILLIAMS, D.M.; CHANDRAN, R.; SHARMA, 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**, v.13, p.83-92, 2003.
- [16] HÄGG, G. M., LUTTMANN, A., JÄGER, M. Methodologies for Evaluating Electromyographic Field Data in Ergonomics. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.10, p. 301-312, 2000.
- [17] DE LUCA, J. C. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v.13 n.2, p.135-163, 1997.
- [18] CHABRAN, E.; MATON, B.; FOURMENT, A. Effects of postural muscle fatigue on the relation between segmental posture and movement. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.12, p.67-79, 2002.
- [19] SVENSSON, P.; BURGAARD, A.; SCHLOSSER, S. Fatigue and pain in human jaw muscles during a sustained, low-intensity clenching task. **Archives of Oral Biology**, v.46, p.773-777, 2001.