

A INFLUÊNCIA DOS EXERCÍCIOS DE FLEXIBILIDADE NA ATIVIDADE ELÉTRICA MUSCULAR DO TRAPÉZIO SUPERIOR APÓS DIGITAÇÃO

P. H. C. Moreira, Ms.^{1e2}; G. Cirelli, 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: Alongamento. Ginástica Laboral. EMG. Saúde do Trabalhador. Prevenção.

Área do Conhecimento: Engenharia Biomédica

Resumo- Com o advento dos microcomputadores, a tarefa de digitação possui a cada dia maior importância no ambiente de trabalho, entretanto, fatores como aumento de ritmo, velocidade e cargas de trabalho, podem contribuir para a deflagração de algias e patologias ocupacionais. Como forma de prevenção destas patologias, empresas empregam exercícios de flexibilidade durante a atividade laboral, sendo assim, realizou-se este estudo visando analisar e comparar através da eletromiografia de superfície (EMG), em dois grupos iguais, a influência destes exercícios e do repouso na resposta elétrica muscular do músculo trapézio superior após certo período de trabalho com o computador.

Introdução

A eletromiografia de superfície (EMG) é uma técnica que registra os potenciais de ação musculares que ocorrem espontaneamente ou em resposta à ativação muscular voluntária, sendo indicada para a análise da força exercida em determinadas tarefas, análise da eficácia de uma modificação no posto de trabalho, detecção de alterações na resposta muscular durante contração voluntária, conforto e bem estar do trabalhador, entre outras [1,2]. Uma alteração nesta resposta pode ser indicativa de fadiga muscular, ou seja, redução da capacidade de produção de força durante uma atividade prolongada [3,4].

A fadiga e a perda de flexibilidade fazem aumentar a probabilidade de lesões devido ao comprometimento da força muscular, coordenação e concentração [5,6].

Para aquisição de flexibilidade, utilizam-se os alongamentos que são manobras terapêuticas elaboradas para aumentar o comprimento das estruturas elásticas dos tecidos moles encurtados, aumentando a amplitude de movimento e o relaxamento, prevenindo lesões novas ou recorrentes [7].

Este estudo possui por objetivo quantificar a atividade elétrica muscular apresentada após certo período de trabalho com computador, analisando a influência da pausa ativa (alongamentos) nos sinais EMG de superfície na musculatura trapézio superior, como prevenção de lesões ocupacionais.

Materiais e Métodos

Trabalho experimental com vinte indivíduos, sem história prévia de lesões ocupacionais e algias em membros superiores, submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da UNIVAP, realizado em um laboratório na Faculdade de Ciências da Computação desta instituição, com os ajustes ergonômicos necessários a cada indivíduo.

Os sinais foram coletados digitalmente com uso de um eletromiógrafo EMG system de oito canais, ligado a um computador PENTIUM III 500 MHz padrão, utilizando durante a coleta dos dados um filtro passa banda de 20 - 500 Hz, captando apenas os sinais gerados dentro desta faixa, com taxa de amostragem de 2000 pontos por segundo [8].

Para captação dos potenciais de ação utilizaram-se eletrodos ativos bipolares de superfície com contatos de prata de 2 mm de espessura, espaçados 10 mm entre si, compostos de um pré-amplificador diferencial de ganho 20 vezes e um eletrodo de referência constituído de uma placa metálica posicionado na região do punho do membro superior direito. Utilizou-se também fita adesiva e lápis dermatográfico para marcação do posicionamento e fixação dos eletrodos. Para o posicionamento dos eletrodos no músculo trapézio superior adotou-se o centro do ventre muscular, sendo que, para maior confiabilidade, encontrou-se este posicionamento através da palpação e prova de força muscular, seguindo parâmetros da literatura [9,10].

Previamente à colocação dos eletrodos na pele, realizou-se a limpeza da mesma com álcool 73,4%, além do uso de gel como meio condutor.

Estes indivíduos foram divididos em dois grupos iguais, sendo que no primeiro grupo, os sujeitos foram analisados previamente com uso de EMG de superfície na musculatura em questão, avaliando os sinais em duas situações: durante repouso dos membros superiores na coxa e com posicionamento dos membros superiores no apoio de teclado, mantendo extensão de punho com flexão de dedos com uma força constante de 2,0 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. Este grupo realizou a atividade de digitação de um texto previamente estabelecido durante trinta minutos, sendo que ao final deste período, realizou-se nova coleta EMG estática similar a inicial, realizando após uma pausa ativa de 10 minutos, com exercícios de alongamentos passivos para trapézio superior e paravertebrais e uma coleta final de sinais EMG da mesma maneira que a anterior. Utilizou-se o período de duração do alongamento de 30 segundos na forma passiva manual, seguindo literatura estudada [6,7,11,12,13].

O segundo grupo ou grupo repouso, seguiu o mesmo protocolo, só que após coleta EMG posterior à atividade ocupacional, realizou uma pausa passiva (repouso) de 10 minutos e coleta EMG final.

Todos os indivíduos foram informados sobre o estudo e a divulgação dos dados, mediante preenchimento voluntário de um termo de consentimento.

Utilizou-se como critério de inclusão neste trabalho indivíduos que não possuem lesões ocupacionais e/ou queixas algicas no grupo muscular estudado.

Foram analisados os parâmetros espectro de frequência, frequência média (MF), frequência mediana (MDF) e raiz quadrada da média quadrática (VRMS) através de rotinas desenvolvidas no software MATLAB 6.0 (Math Works Inc). Estes dados foram tabulados no programa Microsoft Excel ao qual realizou mensuração dos parâmetros média e desvio padrão (DP), e após análise estatística no software MATLAB 6.0, através do teste de Wilcoxon para dados não paramétricos, com nível de significância $p < 0,05$. Ao final, realizou-se a normalização dos dados no programa Microsoft Excel, utilizando como referência os dados da posição basal, ou seja, visando avaliar a resposta obtida após atividades com relação ao repouso.

Resultados

Serão apresentados em forma de tabelas os dados obtidos das médias e desvios padrões após normalização em relação à atividade basal do sinal EMG. Vale ressaltar que estes dados são significativamente diferentes com nível de significância $p < 0,05$.

Tabela I – Valores Referentes às Médias e Desvios Padrões dos Parâmetros VRMS, MF e MDF do Trapézio D Grupo Repouso Dados Normalizados

Parâmetros	Média	Média	Média	DP	DP	DP
	Antes Dig.	Após Dig.	Após Repouso	Antes Dig.	Após Dig.	Após Repouso
VRMS	2,33	3,46	1,67	0,96	2,21	1,30
MF	1,37	1,13	1,56	0,28	0,26	0,47
MDF	1,84	1,53	2,06	0,74	0,60	0,92

Tabela II – Valores Referentes às Médias e Desvios Padrões dos Parâmetros VRMS, MF e MDF do Trapézio D Grupo Alongamento Dados Normalizados

Parâmetros	Média	Média	Média	DP	DP	DP
	Antes Dig.	Após Dig.	Após Along.	Antes Dig.	Após Dig.	Após Along.
VRMS	4,94	7,49	2,99	2,69	4,37	2,73
MF	1,18	0,97	1,36	0,31	0,28	0,51
MDF	1,36	1,11	1,67	0,52	0,43	0,85

Tabela III – Valores Referentes às Médias e Desvios Padrões dos Parâmetros VRMS, MF e MDF do Trapézio E Grupo Repouso Dados Normalizados

Parâmetros	Média	Média	Média	DP	DP	DP
	Antes Dig.	Após Dig.	Após Repouso	Antes Dig.	Após Dig.	Após Repouso
VRMS	2,39	4,23	1,63	1,76	2,62	1,03
MF	1,33	1,15	1,37	0,35	0,39	0,32
MDF	1,50	1,17	1,65	0,45	0,43	0,69

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

Parâmetros	Média	Média	Média	DP	DP	DP
	Antes Dig.	Após Dig.	Após Along.	Antes Dig.	Após Dig.	Após Along.
VRMS	2,88	3,82	1,64	1,89	2,23	1,57
MF	1,23	1,03	1,59	0,18	0,15	0,54
MDF	1,34	1,04	1,53	0,26	0,18	0,48

Discussão

A indicação de um estado de fadiga em um sinal EMG não depende somente da fadiga, mas também da produção de força muscular. Na maioria dos trabalhos, a relação entre estado de fadiga e as alterações nos sinais EMG são baseados em estudos de laboratório o qual a produção de força mantém-se em um nível constante, como adotado no presente estudo [14].

Este estudo comprovou que em ambos os grupos ocorreu uma diminuição dos valores MDF e MF, e um aumento do valor RMS após 30 minutos da atividade de digitação. Após os exercícios de flexibilidade e/ou repouso, nova alteração destes parâmetros, sendo aumento dos valores MDF e MF e diminuição do valor RMS, indicando que após a atividade de digitação determinada, há um estado de fadiga e em ambas as situações (alongamentos ou repouso), 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 $p < 0,05$.

Estes dados vão de encontro aos apresentados por Chabran, Maton e Fourment [15] que encontraram decréscimo do parâmetro *MF* provavelmente devido fadiga muscular; Svensson, Burgaard e Schlosser [4] que observaram um decréscimo significativo da *MF* e um consistente acréscimo do valor *RMS* após atividade prolongada; Luttmann, Jäger e Laurig [3] que encontraram os parâmetros decréscimo da *MF* e acréscimo da *EA* e amplitude de pico EMG, indicativos de fadiga muscular associado a uma maior força muscular utilizada para realizar a mesma tarefa e Masuda [16] que relataram que os valores da *MDF* possuem uma queda quando comparados aos valores iniciais em atividades de contração estática e dinâmica durante um longo período.

Esta 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].

Quando comparados em cada grupo a recuperação após fadiga estimulada, encontrou-se no grupo alongamento uma maior quantidade de indivíduos que obtiveram um melhor resultado quando comparados ao grupo repouso, embora os dados demonstrem que ambos os grupos obtiveram resposta significativa de recuperação do estado de fadiga. Este dado citado não possui diferença estatística com significância $p < 0,05$.

Foi utilizada a técnica de normalização do sinal EMG, pois estudos recentes indicam que pequenas alterações de posicionamento dos eletrodos durante coletas desaparecem com a normalização do sinal, além do fato de esta técnica diminuir as variáveis de comparações dos sinais EMG. Vale ressaltar 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 [18,19].

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, esta normalização fez-se necessária, visando uma maior confiabilidade dos dados coletados [4,20,21].

Foi adotada a forma de coleta estática, pois segundo Gerdle, Larsson e Karlsson [22] a interpretação das variáveis do espectro de frequência do sinal EMG na contração dinâmica pode ser dificultada devido aos fatores 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.

A coleta foi realizada com os indivíduos sentados à frente do monitor, posicionando os membros superiores sobre a bancada à frente do teclado, e segundo Peper [23] o posicionamento das mãos no teclado gera um aumento da atividade EMG do músculo trapézio, pois a pessoa não percebe a elevação dos ombros quando se prepara para digitar, podendo encontrar assim alterações do sinal EMG nesta musculatura.

Conclusão

Conclui-se que ambas as situações estudadas, repouso ou alongamento, mostraram-se eficazes na recuperação do estado de fadiga muscular no músculo trapézio superior bilateralmente, sendo que, no grupo de indivíduos que foram submetidos aos exercícios de alongamento, a recuperação da resposta de fadiga foi encontrada em um maior número de sujeitos.

Referências

- [1] ROBINSON, J. A.; SNYDER-MACKLER, L. **Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

- [2] COUTO, A. H. **Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: ERGO, 1995. 2v.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] WHITING, C. W.; ZERNICKE, F. R. **Biomecânica da lesão musculoesquelética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, p.112-113.
- [6] 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.
- [7] KISNER, C.; COLBY, A. L. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Manole, 1998, p.55-177.
- [8] DE LUCA, J. C. Delsys – Fundamental concepts in EMG signal acquisition. Disponível em: <www.delsys.com>. Acesso em: 10 abr. 2003.
- [9] FIELD, D. **Anatomia Palpatória**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2001.
- [10] KENDALL, F. P.; McCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. **Músculos: provas e funções**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1995.
- [11] BANDY, W. D.; IRION, J. M. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. **Physical Therapy**, v.74, n.9, p.845-851, 1994.
- [12] MADDING, S.W. *et al.* Effect of duration of passive stretch on hip abduction range of motion. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.8, n.409, 1987.
- [13] SADY, S. P.; WORTMAN, M.; BLANKE, D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? **Archives of Physical and Medicine Rehabilitation**, v.63, p.261-263, 1982.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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**, v.9, p.39-46, 1999.
- [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] 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.
- [19] ARAUJO, R. C.; DUARTE, M.; AMADIO, A. C. On the inter – and intra – subject variability of the electromyographic signal in isometric contractions. **Electromyography and Clinical Neurophysiology**, v.40, p.225-229, 2000.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] 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.