
Influência do repouso e alongamento na atividade elétrica muscular após digitação

Influence of rest and stretching on muscle electric activity after typing

Paulo Henrique Cinelli Moreira¹, Gisele Cirelli², César Ferreira Amorim³, Eder Rezende Moraes⁴

¹ Fisioterapeuta; Prof. Ms. do Depto. de Fisioterapia da UnitaU (Universidade de Taubaté)

² Fisioterapeuta; Prof. Ms. do Depto. de Fisioterapia da UnitaU

³ Engenheiro eletrônico; doutorando em Engenharia Biomédica na Univap (Universidade do Vale do Paraíba)

⁴ Físico; Prof. Dr. da UNIVAP; Prof. do Depto. de Física e Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Paulo Henrique C. Moreira
R. Leite Ferraz 75 ap.113-C
Vila Mariana
04117-120 São Paulo SP
e-mail: phcmoreira@ig.com.br

APRESENTAÇÃO

jun. 2005

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO

out. 2006

RESUMO: Com o crescente aumento da velocidade e ritmo das atividades laborais, o trabalhador atual sofre maior sobrecarga nas estruturas musculotendíneas. Visando a recuperação dessas estruturas e a prevenção de lesões ocupacionais, algumas empresas empregam o alongamento durante o trabalho (ginástica laboral). O intuito deste estudo é analisar, por meio de eletromiografia de superfície, a influência de exercícios de alongamento e do repouso na resposta elétrica muscular do extensor radial longo do carpo e do trapézio superior bilateral, em 20 sujeitos, após 30 minutos de trabalho no computador. Os sujeitos foram divididos em dois grupos, alongamento e repouso. A análise de parâmetros de frequência e amplitude do sinal previamente estabelecidos permitiu constatar que ambos os grupos apresentaram redução dos valores de frequência e acréscimo da amplitude do sinal após a tarefa de digitação; e, após os exercícios de alongamento e/ou o período de repouso, houve um aumento dos valores de frequência e diminuição da amplitude do sinal, indicando um estado de fadiga seguido por uma recuperação. Conclui-se que a atividade de digitação de 30 minutos gera um estado de fadiga muscular e que ambos os programas fisioterapêuticos, de repouso e alongamento, têm efeito regenerador nos músculos estudados.

DESCRITORES: Doenças ocupacionais/prevenção & controle; Descanso; Eletromiografia/ métodos; Exercício

ABSTRACT: Labour activities increasing speed and rhythm have led to overcharge on workers' muscle-tendon structures. Aiming at recovering such structures and preventing occupational lesions, some companies have adopted stretching exercises during working time. This study aimed at analysing the influence of stretching exercises and of rest, after a 30-minute period of computer typing, onto muscular electric activity in long radial extensor of the carpus and bilateral superior trapezius muscles, by means of surface electromyography. Twenty subjects were divided into two groups, stretching and rest. The analysis of previously defined signal frequency and amplitude allowed assessing, in both groups, frequency reduction and amplitude increase after the typing task; and, after stretching exercises and/or the rest period, there was a frequency increase and signal amplitude decrease, hence indicating a state of fatigue followed by recovery. The conclusion is there was muscle fatigue after 30 minutes typing in the studied groups, and that both rest and stretching physical therapy programs are effective for recovering the analysed muscles.

KEY WORDS: Electromyography /methods; Exercise; Occupational diseases/ prevention & control; Rest

INTRODUÇÃO

A história do homem moderno e sua correlação com o trabalho é marcada não só por grandes mudanças na qualidade de vida da sociedade, como também pela forma de realização das tarefas. Desde o surgimento das máquinas de fiar, do tear mecânico e da máquina a vapor, no final do século XVIII, passando pela Revolução Industrial, tratava-se de adaptar o homem à máquina, com péssimas condições de trabalho. Só em meados do século XX é que se passou a buscar adaptar a máquina ao homem, visando o bem-estar, a saúde e o conforto do trabalhador¹. Surgiram os primeiros conceitos de ergonomia e antropometria, estudando-se aspectos do trabalho (umidade, barulho, temperatura, luminosidade, medidas de bancadas, entre outras) e sua relação com o bem-estar do trabalhador^{2,3}.

Para realizar a análise ergonômica, assim como o conforto do trabalhador, 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^{1,4,5}. Essa ferramenta pode ser utilizada, por exemplo, para analisar a atividade elétrica muscular em determinada tarefa, ou a eficácia de uma modificação no posto de trabalho¹. Também pode ser utilizada na detecção de alterações na resposta muscular durante a contração voluntária, resposta esta que pode ser indicativa de fadiga muscular^{5,6}, a qual é caracterizada por uma diminuição das taxas de disparo das unidades motoras e aumento da amplitude do sinal, levando a uma alteração nas propriedades espectrais, conforme estudo de Luttmann *et al.*⁵, que criaram um método para melhor visualização das respostas obtidas após análise EMG – o método JASA.

No aspecto fisiológico, a fadiga pode ocorrer após trabalho dinâmico durante longos períodos, assim como em uma contração muscular estática prolongada, que resulta na diminuição

da oxigenação dos tecidos contráteis, ou isquemia, reduzindo a capacidade de produção da força muscular, gerando desconforto e potencializando lesões⁷. Para minimizá-la, podem ser aplicados os alongamentos, que são manobras terapêuticas para aumentar o comprimento das estruturas elásticas dos tecidos moles encurtados, visando a prevenção de lesões novas ou recorrentes, o aumento do desempenho durante a atividade, a redução da resistência passiva dos componentes viscoelásticos, melhora na postura, analgesia e relaxamento da mente⁸⁻¹¹. Este estudo tem por objetivo avaliar a atividade elétrica muscular apresentada após 30 minutos de trabalho com computador, analisando a influência dos alongamentos e do repouso nos sinais EMG de superfície nos músculos extensor radial longo do carpo e trapézio superior, bilateralmente, na recuperação dessa resposta e na prevenção de lesões ocupacionais.

METODOLOGIA

Este é um estudo experimental com 20 indivíduos, de ambos os sexos, sendo 10 homens e 10 mulheres (26,3±2,4 anos, 68,4±9,7Kg, 165,6±12,1cm), digitadores, sem história prévia de lesões ocupacionais e algias em membros superiores. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIVAP sob o protocolo nº L062/2003/CEP. Foi realizado em um laboratório que possui os ajustes ergonômicos necessários a cada indivíduo.

Os indivíduos preencheram um questionário aberto que abordava as seguintes questões: percentual de uso do computador realizando a tarefa de digitação durante sua atividade ocupacional diária; história prévia de queixas de dores ou lesões ocupacionais na região dos membros superiores (MMSS) e coluna cervical; e tempo (em minutos) necessário para começar a apresentar algum incômodo ou desconforto na região dos MMSS, durante a tarefa ininterrupta de digitação.

Foram excluídos deste estudo os indivíduos que não realizam diaria-

mente a atividade de digitação por pelo menos 70% do seu período de trabalho, assim como aqueles que apresentaram história prévia de lesões ocupacionais e/ou queixas algícas nos grupos musculares estudados.

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

EMG

Os sinais foram coletados utilizando um eletromiógrafo (EMG System do Brasil Ltda.) de 8 canais, banda de frequência de 20 a 500 Hz e ganho de amplificação de 1000 vezes, sendo 20 vezes no eletrodo bipolar pré-amplificado e 50 vezes no segundo estágio de amplificação, com rejeição de modo comum >120 dB e impedância de entrada >10 MOhms. Os dados foram convertidos digitalmente por conversor A/D de 12 bits de resolução e frequência de amostragem de 2 kHz em cada canal.

Para captação dos potenciais de ação, utilizaram-se eletrodos ativos bipolares de superfície (EMG System do Brasil Ltda.) compostos por duas barras retangulares paralelas de prata de 10 mm de comprimento, 2 mm de espessura, espaçados 10 mm entre si, e um pré-amplificador diferencial com ganho de amplificação 20 vezes, encapsulados em resina para reduzir efeitos de interferências eletromagnéticas e outros ruídos. Além dos eletrodos ativos, utilizou-se um eletrodo de referência constituído de uma placa metálica, posicionado na articulação rádio ulnar distal do membro superior direito. Também fez-se uso de fita adesiva e lápis dermatográfico para marcação da posição e fixação dos eletrodos.

Para o posicionamento dos eletrodos no músculo extensor radial longo do carpo, devido à proximidade dos músculos extensores de punho e dedos na região do antebraço e a sobreposição do músculo braquiorradial em parte de seu ventre muscular, colocou-se o membro superior em pronação total de antebraço e flexão de 90° de

cotovelo, encontrando um posicionamento do eletrodo em uma distância de 3 cm, em um ângulo de 45°, partindo do epicôndilo lateral, de forma paralela ao sentido das fibras musculares. Para o músculo trapézio superior, o eletrodo foi posicionado no centro do ventre muscular, encontrando o posicionamento através da palpação das estruturas, em torno de 6 cm a partir da articulação acrômio-clavicular em direção à coluna cervical. Visando um posicionamento adequado dos eletrodos, além da palpação das estruturas, também foi realizada a prova de função muscular do músculo pesquisado, seguindo parâmetros da literatura^{12,13}. Vale ressaltar que foram tomados todos os cuidados durante a colocação dos eletrodos a fim de evitar a interferência (*crosstalk*) de músculos adjacentes conforme recomendações da International Society of Electrophysiology and Kinesiology.

Previamente à colocação dos eletrodos, realizou-se a limpeza da pele com álcool 73,4%, além de uma pequena quantidade de gel, utilizado como meio condutor, reduzindo assim a resistência elétrica do tecido, diminuindo os ruídos gerados entre as interfaces.

Protocolo

Os indivíduos foram divididos em dois grupos, contendo cinco homens e cinco mulheres cada, sendo que em um grupo estudaram-se os efeitos da pausa ativa, ou seja, pausa da atividade laboral com exercícios de alongamentos (grupo alongamento, GA) e, no outro grupo, estudaram-se os efeitos da pausa passiva, ou seja, na forma de repouso (grupo repouso, GR). No GA os sujeitos foram analisados previamente com uso de EMG de superfície no extensor radial longo do carpo e trapézio superior bilateral, 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 Kgf por contração mus-

cular isométrica, mensurada por um dinamômetro manual (Kratos Equipamentos Industriais Ltda.), com capacidade de 100 Kgf. Esse grupo realizou a atividade de digitação de um texto previamente estabelecido durante 30 minutos e, ao final desse período, foi feita nova (segunda) coleta de EMG estática, com manutenção da força em 2 Kgf, como na inicial; após uma pausa ativa de 10 minutos, com exercícios de alongamentos passivos para extensores de punhos e dedos (3 X 30 segundos), trapézio superior (3 X 30 segundos) e paravertebrais (2 X 30 segundos) foi feita a coleta final de sinais EMG da mesma maneira que as anteriores, sendo que os dados eletromiográficos foram registrados por 10 segundos.

O período de digitação de 30 minutos foi estabelecido após análise dos questionários preenchidos antes do início do estudo, em que a maioria dos indivíduos relatou apresentar certo incômodo ou desconforto nos MMSS após 30 minutos de atividade contínua de digitação.

O uso da contração muscular submáxima estática durante a coleta EMG seguiu o estudo de Hansson *et al.*¹⁴, que concluiu que a contração submáxima de referência apresenta menor variação nos dados comparados “entre sujeitos” do que quando utilizada contração voluntária máxima como referência. Além disso, a indicação de

um estado de fadiga em um sinal EMG não depende somente da fadiga, mas também da produção de força muscular; assim, um aumento na amplitude do sinal EMG no tempo pode ter como causas um acréscimo da produção de força muscular ou o desenvolvimento de um estado de fadiga⁶. Dessa forma, adotou-se a manutenção de força, visando minimizar as variáveis na coleta EMG.

Foi adotada a forma de coleta estática, pois a interpretação das variáveis do espectro de frequência do sinal EMG na contração dinâmica pode ser dificultada devido a mudanças na força, pelos movimentos, alterações de comprimento da fibra muscular, movimento da junção neuromuscular em relação à posição dos eletrodos, ou alterações no número de unidades motoras ativas durante esse tipo de contração¹⁵.

Utilizou-se o período de manutenção do alongamento de 30 segundos^{16,17}. Foi escolhida a forma passiva manual de alongamento realizada pelo próprio voluntário (auto-alongamento), por ter a vantagem de ser de mais fácil compreensão^{8,18,19}.

O segundo grupo (GR) seguiu protocolo semelhante, realizando, ao invés dos exercícios de alongamento, uma pausa passiva de 10 minutos. A seqüência da coleta pode ser observada na Figura 1.

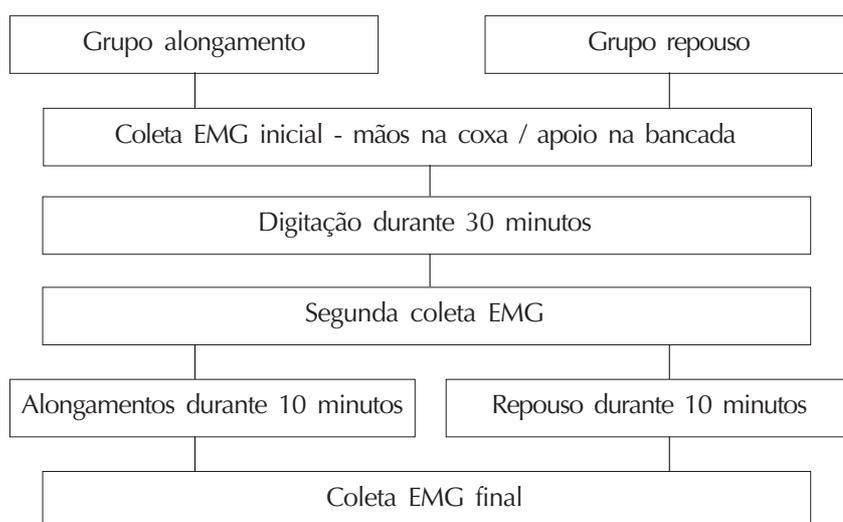


Figura 1 Diagrama ilustrativo da seqüência de ações dos grupos alongamento e repouso

Análise dos dados

A densidade espectral de frequência foi obtida pela Transformada Rápida de Fourier (FFT) de segmentos do sinal de 2048 pontos após aplicação de janela do tipo *hanning* com sobreposição de 50%. Em seguida, foram obtidos os parâmetros frequência média (FM) e frequência mediana (FMD) e valor médio quadrático (VMQ), no domínio do tempo; os valores obtidos foram normalizados pelos valores da coleta inicial, ou seja, pelos dados apresentados na coleta realizada com as mãos apenas posicionadas sobre as coxas, utilizando o *software* MATLAB® 6.0. Os registros foram avaliados quanto à integridade (não-ocorrência de artefatos tais como mau contato nos eletrodos) e filtrados digitalmente por um filtro de ordem II, passa-banda de 5 a 250 Hz do tipo *butterworth*, em sentido direto e reverso, evitando dessa forma alteração de fase nas componentes do sinal.

Análise estatística

Os parâmetros normalizados FM, FMD e VMQ foram analisados pelo teste pareado não-paramétrico de Wilcoxon, devido à não-normalidade

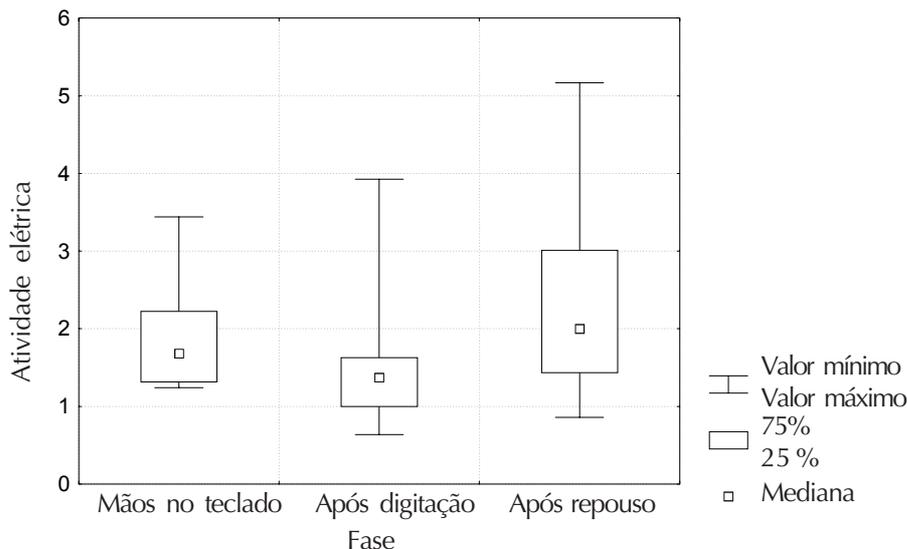


Figura 3 Média da atividade elétrica do músculo extensor radial longo do carpo D, aferida nas posições mãos no teclado, após digitação e após repouso, pelo parâmetro FMD, indicando fadiga muscular após digitação e subsequente recuperação

dos dados, comparando-se os valores antes e após a digitação e antes e após o repouso e/ou alongamento. As diferenças foram consideradas significantes para $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados encontrados após a aplicação do teste de Wilcoxon para dados não-paramétricos atestaram que

o VMQ aumentou após a tarefa de digitação de 30 minutos e diminuiu após a realização dos exercícios de flexibilidade e/ou período de repouso de 10 minutos, indicando que esse período de digitação gera uma alteração na atividade elétrica muscular condizente com o estado de fadiga muscular; e tanto os exercícios de flexibilidade quanto o período de repouso têm efeito regenerador desse estado. O mesmo ocorreu com os parâmetros FMD e FM, cujos valores diminuiram após a digitação e aumentaram posteriormente às atividades de repouso ou alongamento, indicando fadiga muscular seguida de recuperação (Tabelas 1 e 2; Figuras 2 e 3).

A análise estatística evidenciou que os dados avaliados são significativamente diferentes quando comparadas as fases (mãos no teclado x após digitação x após alongamento / repouso) em ambos os grupos, porém sem diferença estatística quando comparados o alongamento e o período de repouso na eficácia da recuperação.

DISCUSSÃO

Neste estudo, ambos os grupos apresentaram uma diminuição dos valores FMD e FM e um aumento do VMQ

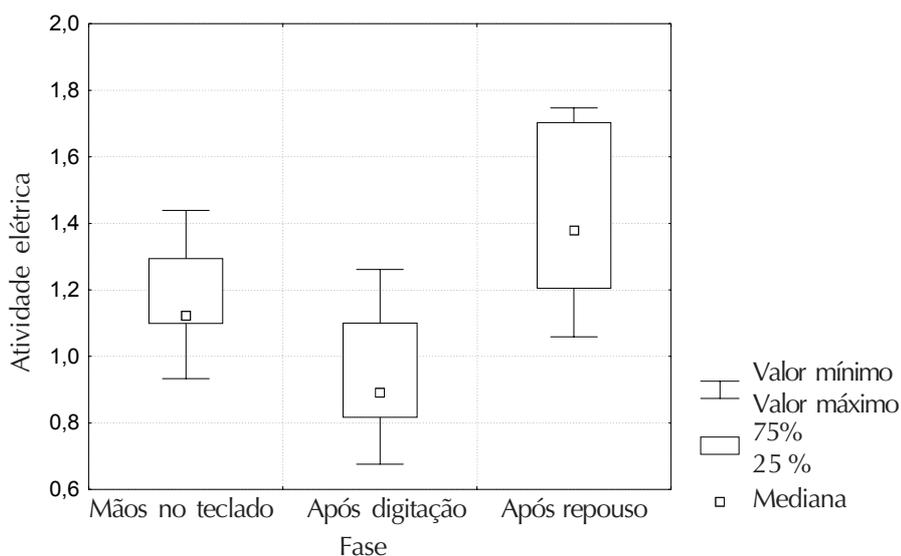


Figura 2 Média da atividade elétrica do músculo extensor radial longo do carpo D, aferida nas posições mãos no teclado, após digitação e após alongamento, através do parâmetro FMD, indicando fadiga muscular após digitação e subsequente recuperação

Tabela 1 Média da atividade elétrica dos músculos estudados (em mV) no grupo alongamento, aferidos nas posições mãos no teclado, após digitação e após alongamento, pelos parâmetros VMQ, FM e FMD (dados normalizados)

Grupo muscular	VMQ	FM	FMD	Fase
Extensor radial longo do carpo D	2,96	1,27	1,17	Mãos no teclado
	5,02	1,04	0,93	Após digitação
	1,40	1,51	1,65	Após alongamento
Extensor radial longo do carpo E	4,14	1,58	1,55	Mãos no teclado
	9,41	1,10	1,06	Após digitação
	2,97	1,93	2,07	Após alongamento
Trapézio D	4,94	1,18	1,36	Mãos no teclado
	7,91	0,97	1,11	Após digitação
	2,60	1,37	1,69	Após alongamento
Trapézio E	2,88	1,23	1,34	Mãos no teclado
	4,25	1,03	1,04	Após digitação
	1,64	1,59	1,55	Após alongamento

D = direito; E = esquerdo

Tabela 2 Média da atividade elétrica dos músculos estudados (em mV) no grupo repouso, aferidos nas posições mãos no teclado, após digitação e após repouso, pelos parâmetros VMQ, FM e FMD (dados normalizados)

Grupo muscular	VMQ	FM	FMD	Fase
Extensor radial longo do carpo D	1,88	1,40	1,96	Mãos no teclado
	2,41	1,26	1,64	Após digitação
	1,70	1,55	2,45	Após repouso
Extensor radial longo do carpo E	3,23	1,28	1,69	Mãos no teclado
	4,80	0,97	1,15	Após digitação
	2,72	1,44	1,77	Após repouso
Trapézio D	2,33	1,37	1,84	Mãos no teclado
	3,46	1,13	1,53	Após digitação
	1,67	1,56	2,06	Após repouso
Trapézio E	2,39	1,33	1,50	Mãos no teclado
	4,23	1,15	1,17	Após digitação
	1,63	1,37	1,65	Após repouso

D = direito; E = esquerdo

após 30 minutos da atividade de digitação; e, após os exercícios de alongamento e/ou o período de repouso, aumento dos valores FMD e FM e diminuição do VMQ. Esses valores, cuja análise mostrou serem estatisticamente significativos, indicam que, após a atividade de digitação, ocorre um estado de fadiga e, em ambas as situações, (alongamento ou repouso), há uma recuperação da fadiga nos músculos estudados.

O uso da EMG de superfície para análise da fadiga muscular, assim como os parâmetros VMQ, FM e FMD, são amplamente abordados em literatura. Os resultados aqui encontrados são corroborados por vários outros estudos. Chabran *et al.*²⁰ encontraram um decréscimo da FM devido à perda de força, provavelmente por fadiga muscular; Svensson *et al.*²¹ observaram um decréscimo significativa da FM e um consistente acréscimo do VMQ

após atividade prolongada de baixa intensidade, sugestiva de fadiga muscular; Luttmann *et al.*⁵ encontraram decréscimo da FM e acréscimo da atividade elétrica e amplitude de pico EMG, indicativos de fadiga associada a uma maior força muscular utilizada para realizar a mesma tarefa; e Masuda *et al.*²² relataram que os valores da FMD decrescem quando comparados aos valores iniciais em atividades de contração estática e dinâmica durante um longo período.

Diferentes desses são os achados de Gerdle *et al.*¹⁵ e Gerard *et al.*²³, que não encontraram correlação ou mudanças significativas nos parâmetros VMQ e FM na análise da fadiga muscular, devido provavelmente ao uso de metodologias distintas.

As alterações das características do sinal EMG durante a fadiga ocorrem devido a uma diminuição da taxa de disparo das unidades motoras e a um aumento na amplitude do sinal, gerando modificação nas propriedades do espectro, detectados principalmente durante uma contração sustentada e prolongada²⁴. No grupo submetido a exercícios de alongamento, a recuperação desse sinal, após o estado de fadiga, pode ser explicada provavelmente pelas adaptações agudas do alongamento. Devido ao estímulo gerado no tecido muscular, ocorre uma resposta viscoelástica pós tensão aplicada, que leva a relaxamento, diminuição da dor e da rigidez muscular, além de proporcionar bem-estar e diminuição de ansiedade, devido à liberação de opióides endógenos no plasma (β -endorfina e β -lipotrofina)^{9,18,25,26}.

Quanto aos indivíduos submetidos ao período de repouso, segundo Kisner e Colby⁸, a recuperação ocorre quase que de forma total após 3 a 4 minutos de inatividade, pela restauração das reservas de energia e oxigênio e remoção do ácido lático. Ainda segundo esses autores, quando realizado um exercício leve durante esse período, a recuperação ocorre mais rapidamente.

A análise estatística evidenciou que tanto o alongamento quanto o período

do de repouso se mostraram significativamente eficientes na recuperação dos valores medidos após a tarefa de digitação; e, quando comparados entre si, o grupo submetido aos exercícios de alongamento apresentou maior percentual de recuperação do estado de fadiga, porém sem diferença estatística significativa.

Vale ressaltar que apenas foi avaliada a influência dos exercícios de alongamento e do repouso na atividade mecânica de digitação, ou seja, apenas um dos fatores mecânicos responsáveis pela fadiga muscular, não se avaliando outros fatores como os psicológicos (pressão, estresse, entre outros) e posturais. Vale ressaltar que este estudo apenas avaliou o efeito agudo do alongamento e do repouso na recuperação da fadiga muscular, não tendo como intuito mensurar efeitos crônicos (a longo prazo) das pausas

em questão na melhora da qualidade de vida do trabalhador, o que constitui uma limitação. Estudos realizados em período maior, com aferições programadas, poderá apresentar resultados mais conclusivos quanto aos benefícios do alongamento e do repouso durante a atividade laboral para o trabalhador em digitação.

O presente estudo utilizou-se da técnica de normalização do sinal EMG, pois segundo alguns estudos, pequenas alterações de posicionamento dos eletrodos durante as coletas desaparecem com esta técnica²⁷. Além deste aspecto, um grande problema na análise do sinal EMG e sua interpretação está relacionado com os diferentes sinais adquiridos em diferentes músculos, sujeitos ou provas. Assim, ao utilizar a normalização do sinal EMG, diminuem-se as variáveis de comparação dos sinais, ou seja, reduz

a variabilidade intersujeitos, facilitando comparações entre diferentes estudos^{28,29}. Para finalizar, analisando as diversas dificuldades encontradas em realizar a coleta eletromiográfica no próprio ambiente de trabalho, devido principalmente aos ruídos do ambiente, o que prejudicaria a aquisição e conseqüente análise dos dados, o trabalho foi limitado ao laboratório. Um estudo *in loco* poderia proporcionar dados mais conclusivos, aproximando-se da realidade das atividades diárias.

CONCLUSÃO

Conclui-se que ambas as situações, repouso ou alongamento, mostraram-se eficazes para a recuperação do estado de fadiga muscular dos músculos estudados, após atividade de digitação de 30 minutos.

REFERÊNCIAS

- 1 Couto AH. Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: ERGO; 1995. 2v.
- 2 Cohen AL, Gjessing CC, Fine LJ, Bernard BP, McGlothling JD. Elements of ergonomic programs: a primer based on workplace evaluations of musculoskeletal disorders. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health Publications Dissemination; 1997.
- 3 Chaffin DB, Anderson GBJ, Martin BJ. Occupational biomechanics. 3rd ed. New York: Wiley-Interscience; 1999.
- 4 Robinson JA, Snyder-Mackler L. Clinical electrophysiology: electrotherapy and electrophysiologic testing. 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995.
- 5 Luttmann A, Jäger M, Laurig W. Electromyographical indication of muscular fatigue in occupational field studies. *Int J Ind Ergon.* 2000;25:645-60.
- 6 Hägg GM, Luttmann A, Jäger M. Methodologies for evaluating electromyographic field data in ergonomics. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10:301-12.
- 7 Murthy G, Hargens RA, Lehman S, Rempel MD. Ischemia causes muscle fatigue. *J Orthop Res.* 2001;19:436-40.
- 8 Kisner C, Colby AL. Therapeutic exercise: foundations and techniques. 4th ed. Pennsylvania: F.A. Davis; 2002.
- 9 Taylor DC, Brooks DE, Ryan JB. Viscoelastic characteristics of muscle: passive stretching versus muscular contractions. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;12(29):1619-24.
- 10 Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK, Hansen P. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;1(22):106-11.
- 11 Lardner R. Stretching and flexibility: its importance in rehabilitation. *J Bodywork Move Ther.* 2001;5:254-63.
- 12 Field D. Anatomy: palpation and surface markings. 3rd ed. Burlington: Butterworth-Heinemann; 2001.
- 13 Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Muscles: testing and function. 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1993.

Referências (cont.)

- 14 Hansson GÄ, Nordander C, Asterland P, Ohlsson K, Strömberg U, Skerfving S, et al. Sensitivity of trapezius electromyography to differences between work tasks: influence of gap definition and normalization methods. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10:103-15.
- 15 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. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10:225-32.
- 16 Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1994;9(74):845-51.
- 17 Madding SW, Wong JO, Hallum A, Medeiros JM. Effect of duration of passive stretch on hip abduction range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1987;(8):409-16.
- 18 Anderson B, Burke ER. Scientific, medical and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med.* 1991;10:63-6.
- 19 Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch Phys Med Rehabil.* 1982;63:261-3.
- 20 Chabran E, Maton B, Fourment A. Effects of postural muscle fatigue on the relation between segmental posture and movement. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002;12:67-79.
- 21 Svensson P, Burggaard A, Schlosser S. Fatigue and pain in human jaw muscles during a sustained, low-intensity clenching task. *Arch Oral Biol.* 2001;46:773-7.
- 22 Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. *J Electromyogr Kinesiol.* 1999;9:39-46.
- 23 Gerard MJ, Avmqtong TJ, Rempel DA, Woolley C. Short term and long term effects of enhanced auditory feedback on typing force, EMG, and comfort while typing. *Appl Ergon.* 2002;33:129-38.
- 24 De Luca JC. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biom.* 1997;2(13):135-63.
- 25 Shrier I, Gossal K. Myths and thruths of stretching. *Phys Sports Med.* 2000;8(28):57-63.
- 26 Farrell PA. Exercise and endorphins: male responses. *Med Sci Sports Exerc.* 1985;1(17):89-93.
- 27 Mathiassen SE, Burdorf A, Van Der Beek AJ. Statistical power and measurement in ergonomic intervention studies assessing upper trapezius EMG amplitude: a case study of assembly work. *J Electromyogr Kinesiol.* 2002;12:45-57.
- 28 Amadio AC. Introdução aos fundamentos da Biomecânica. In: Amadio AC, Duarte M, editores. *Fundamentos biomecânicos para análise do movimento humano.* São Paulo: EEFUEUSP; 1996. p.9-58.
- 29 Kellis E, Batzopoulos V. The effects of normalization method on antagonistic activity patterns during eccentric and concentric isokinetic knee extension and flexion. *J Electromyogr Kinesiol.* 1996;4(6):235-45.