

Análise eletromiográfica do padrão de contração muscular durante a digitação em computador e em máquinas de escrever

Electro-myographic analysis of muscle pattern contraction while typing on computer and typewriter

Dayane de Oliveira Estevam¹; Larissa Granato Viana¹; Andréia M^a Silva²;
Adriana Teresa Silva²; João Wagner Rodrigues Hernandez³

Resumo: Os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) consistem em uma síndrome do sistema musculoesquelético que se caracteriza por dor crônica e se manifesta principalmente nos membros superiores. Ela compromete a qualidade de vida do trabalhador e pode ocasionar incapacidades. Considerando que os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho são lesões atribuídas na maioria dos casos ao uso constante do teclado, a pesquisa tem como objetivo avaliar o padrão de contração muscular durante a digitação em computador e em máquinas de escrever. O instrumento utilizado para a avaliação foi a Eletromiografia de superfície (EMG). As colocações dos eletrodos foram nos músculos flexores e extensores do punho bilateralmente e a análise simultaneamente. Participaram do estudo 20 voluntários ($24,1 \pm 6,3$ anos), de ambos os sexos, dotados de habilidade e experiência com digitação. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: G1 (n=20) digitou em máquina de escrever e G2 (n=20, mesmos indivíduos) digitou em teclados de computador. Os registros eletromiográficos foram captados durante 20 segundos: sendo cinco em repouso, 10 em digitação e novamente cinco em repouso. Para análise estatística utilizou-se o teste de Wilcoxon. A digitação em computador diferenciou-se para músculos extensores direito e esquerdo, respectivamente $p=0,006$; $0,001$ e para os músculos flexores direito e esquerdo, respectivamente $p=0,004$; $0,003$. Conclui-se que o padrão de ativação muscular, tanto para os músculos extensores quanto para os flexores, foi maior para os usuários que utilizam o computador.

Palavras-chave: DORT's; Digitação; Eletromiografia.

Abstract: The DORT's related to work consist of a musculoskeletal system syndrome characterized by chronic pain which appears mainly in the upper limbs. It compromises the worker's quality of life and might cause impairments. Considering that the musculoskeletal disorders related to work are injuries due to the constant use of the computer keyboard in most cases, the research aims to evaluate the pattern of muscular contraction during the typing in computer keyboards and typewriters. The technique used for data detection was Electromyography (EMG), which consists of placing surface electrodes on flexors and extensors muscles of the wrist. Twenty volunteers participated in the research ($24,1 \pm 6,3$ years old), both male and females, with ability and experience in typing. The volunteers were divided into two groups: G1 (n=20) typed using a typewriter and G2 (n=20, same individual) typed using a computer keyboard. Data were collected from the electromyography during 20 seconds: 5 being at rest, 10 typing and the last 5 at rest right after typing. For statistical analysis, the Wilcoxon test (program SPSS, version 18.0) was used. The typing on computer keyboard differed for right and left extensor muscles, respectively $p=0,006$; $0,001$ and for right and left flexor muscles, respectively $p=0,004$; $0,003$. Therefore, it is concluded that the muscle activation pattern for the extensors and flexors muscles, were greater in the typewriter users.

Keywords: DORT's; Typing; Electromyography

INTRODUÇÃO

A síndrome de origem ocupacional LER (Lesões por Esforços Repetitivos) que compromete principalmente os membros superiores, região escapular e pescoço, foi reconhecida no Brasil pelo Ministério da Previdência Social por meio da Norma Técnica de Avaliação de Incapacidade em 1991. A expressão Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) foi introduzida com a revisão dessa norma em 1997 (AUGUSTO, 2008). As DORT's consistem em uma síndrome do

sistema musculoesquelético que se caracteriza por dor crônica, acompanhada ou não de alterações observáveis.

Manifestam-se principalmente nos membros superiores em decorrência da sua maior utilização no trabalho fabril (GARBIN, NEVES, BATISTA, 1998). Elas comprometem a qualidade de vida do trabalhador e podem ocasionar incapacidades. Dentre as consequências da lesão pode-se citar: dor; dormência; ardor; fraqueza; peso; fadiga; queimação; sensação de frio e inchaço nos membros superiores; câibras; distúrbios do sono;

¹Discente do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas.

²Fisioterapeuta; Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas.

³Fisioterapeuta; Docente do curso de Fisioterapia do Centro Universitário do Espírito Santo;
Email: joao.wagner@oi.com.br

diminuição da agilidade dos dedos; incapacidade de manutenção da força motora e de permanecer na postura sentada por muito tempo; enrijecimento doloroso da musculatura; limitação dos movimentos das articulações; alta sensibilidade; sinais de distrofia simpático-reflexa; dificuldade de pegar e manusear pequenos objetos; manter os membros superiores elevados; escrever; digitar; segurar telefone; carregar sacolas e bebês; pentear; dirigir (SETTIMI e SILVESTRE, 1995).

A fadiga muscular é a precursora de DORT's. Ela não é a causa direta, mas os músculos cansados do trabalho constante em uma sequência repetida estão mais predispostos a serem usados de uma forma nada saudável (BAWA, 1997). Os trabalhos repetitivos submetem o músculo à carga estática e dinâmica. Carga dinâmica ou movimento repetitivo ocorre na execução das tarefas enquanto a carga estática ou contração isométrica mantida é utilizada para manutenção e fixação do membro na posição para a execução.

O trabalho muscular estático é mais fatigante que a contração muscular que resulta em movimento, pois a postura estática prolongada causa estresse muscular e fadiga. A força necessária para executar a tarefa, a velocidade com que se executa, a repetição dos movimentos e a duração são importantes para a lesão. Ciclos de trabalho pequenos, pouca variação dos movimentos no trabalho, movimentos precisos e frequentes causam mais lesão. Em diversos tipos de trabalho os movimentos são repetidos milhares de vezes ao dia e frequentemente em posição inadequada. Além disso, é necessário considerar fatores como: a organização do trabalho, a longa duração da jornada de trabalho sem repouso, a falta de treinamento, a inexperiência, a falta de supervisão e de condicionamento físico.

Os fatores ergonômicos e biomecânicos também devem ser observados. A postura incorreta, a posição das articulações, os modelos de aparelhos obsoletos e a manutenção inadequada de equipamentos estão associados à lesão (GUIDOTTI, 1992). O fator ambiental desfavorável aumenta a contração e o número de músculos que participam do trabalho. Calor, frio, barulho, iluminação e ventilação inadequada, ausência de descanso, local desconfortável, pressão competitiva, instabilidade do serviço, tensão mental e estresse favorecem o surgimento da lesão (HELLIWELL et al. 1992).

Um dos recursos utilizados para a detecção dos padrões de contratilidade muscular é a Eletromiografia (EMG). Trata-se de um método não invasivo, onde há colocação de eletrodos na superfície da pele correspondente a cada músculo em estudo, o que servirá para a detecção e registros de potenciais elétricos das fibras musculares durante o estado contrátil. O registro eletromiográfico é importante, pois permite observar o comportamento eletrofisiológico do músculo em diferentes condições fisiológicas, em especial do esforço, da intensidade do exercício, da frequência com que se

pratica o mesmo, da quantidade de contrações em um determinado tempo e do percentual de fibras musculares rápidas e lentas (SULLIVAN, SCHMITZ, 1993).

Devido a isto, a pesquisa tem como objetivo avaliar o padrão de contração muscular durante a digitação em computador e em máquinas de escrever.

METODOLOGIA

• Amostra

Constituiu-se de 20 voluntários (24,1 ± 6,3 anos), de ambos os sexos. Foram recrutados no Campus II (Unidade Santa Clara) da Universidade Federal de Alfenas. Os indivíduos foram escolhidos aleatoriamente seguindo um critério de inclusão: serem dotados de aptidão, habilidade e experiência com digitação e principalmente não serem portadores de DORT's. Os indivíduos foram divididos em dois grupos (G1 e G2), onde G1 contou com 20 pessoas que digitaram em máquina de escrever e G2 foi composto pelas mesmas 20 pessoas que após o procedimento anterior (G1), desenvolveram a atividade de digitação em teclados de computador (G2). Todos os voluntários concordaram e assinaram o termo de consentimento, após a explicação dos procedimentos a serem executados.

INSTRUMENTOS

Para avaliação foi utilizado o eletromiógrafo (EMG SYSTEM DO BRASIL LTDA) que é composto de placa de conversão A/D (analógico-digital) com 12 bits de resolução, amplificador de sinais com ganho de amplificação de 2000 vezes e filtro com banda de frequência de 20 a 500 Hz. O eletrodo ativo utilizado na coleta foi do tipo diferencial unipolar, com ganho de amplificação de 20 vezes, com área de contato de 25 mm² e distanciados 10 mm entre si. Em todos os procedimentos relativos a coleta, ao registro do sinal EMG, foi seguida das recomendações da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia Cinesiológica (ISEK), relativo ao emprego de eletromiografia.

Para a intervenção foi utilizada uma máquina de dactilografia (Olivetti Línea 98) e um teclado de computador (Clone modelo 2011).

• Procedimento

A coleta dos dados foi realizada em dia e hora previamente agendados com os indivíduos da amostra, na Universidade Federal de Alfenas.

Os voluntários se posicionaram sentados em uma cadeira, de forma confortável e com uma postura adequada, o ombro em posição neutra e o cotovelo flexionado e apoiado na cadeira, que refletirá o seu local de trabalho. A máquina e o computador foram colocados sobre a mesa, sendo a mesma, modelo de escritório convencional com cerca de 75 a 80 centímetros de altura. Foi utilizado um cronômetro para marcar o tempo gasto com cada voluntário para digitar a seguinte frase: "Sem

a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo nem ensino” (Paulo Freire).

Os sinais eletromiográficos foram colhidos por um período de 20 segundos, sendo 5 segundos de repouso antes da execução da atividade, 10 segundos de digitação e 5 segundos de repouso após digitação. Previamente à colocação dos eletrodos, a superfície cutânea foi tricotomizada usando-se material descartável e limpa por fricção da pele com gaze embebida com álcool 70%, para limpar a pele e diminuir a oleosidade, que pode influenciar na impedância, ou seja, na captação dos dados.

A referência utilizada para posicionar o par de eletrodos sobre o músculo flexor radial do carpo foi de um terço da distância a partir da linha proximal e medial do epicôndilo do úmero à cabeça distal do rádio, com o antebraço supinado (MOGK, KEIR, 2003) (Figura 1).

Já para o músculo extensor comum dos dedos foi utilizado como ponto de referência um terço de distância a partir da linha proximal e lateral do epicôndilo do úmero à cabeça distal do rádio, com o antebraço prono (LEIJINSE et al., 2007; LEIJINSE et al., 2008) (Figura 2).

O eletrodo de referência foi posicionado na sétima vértebra cervical (HERMENS, et. al, 2000).

PROCESSAMENTO PARA ANÁLISE DO SINAL ELETROMIOGRÁFICO

Para a análise da atividade dos músculos estudados, todos os sinais brutos EMG foram processados por meio de rotinas desenvolvidas no software Matlab (The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, USA®). Foram determinadas a média dos sinais brutos e a amplitude máxima do sinal EMG, posteriormente dividiu a média do sinal pela amplitude máxima dos dados eletromiográficos coletados durante a digitação no computador e na máquina de escrever.

• Procedimentos estatísticos

Utilizou o teste Wilcoxon para comparação entre os dados eletromiográficos do computador e da máquina de escrever (SPSS versão 18.0), adotou-se a significância de $p < 0,05$.

Figura 1: Localização aproximada do eletrodo de superfície sobre o flexor radial do carpo.



Figura 2: Localização do eletrodo de superfície sobre o extensor comum dos dedos.



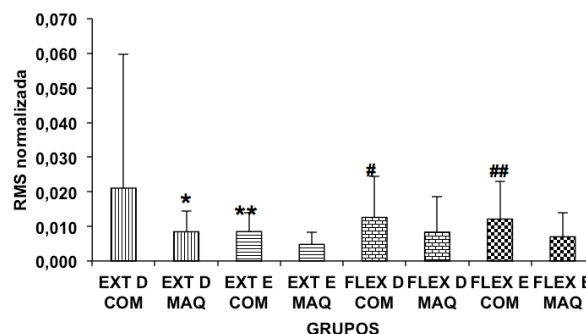
RESULTADOS

Na comparação dos dados eletromiográficos do extensor direito e esquerdo no computador e na máquina de escrever, obteve valor p respectivamente 0,006; 0,001 (Figura 3). Na comparação dos dados eletromiográficos do flexor direito e esquerdo no computador e na máquina de escrever, obteve o valor de p respectivamente 0,004; 0,003. Observa-se que a raiz quadrada da média normalizada (RMSn) foi maior no computador que na máquina (Figura 3).

DISCUSSÃO

O presente estudo comparou a atividade eletromiográfica durante a digitação em computador e em máquina de escrever, observa-se que o padrão de contração muscular do computador foi maior que a máquina. Filgueiras e Soares (2003), por sua vez, analisaram a amplitude dos movimentos realizados durante a digitação em computador e em máquina de escrever, observando que esta é maior na digitação em máquina e compro-

Figura 3: RMS normalizada. Ext D COM (extensor direito computador); Ext D MAQ (extensor direito computador); Ext E COM (extensor esquerdo computador); Ext E MAQ (extensor esquerdo computador); Flex D COM (flexor direito computador); Flex D MAQ (flexor direito computador); Flex E COM (flexor esquerdo computador); Flex E MAQ (flexor esquerdo computador). *Ext D COM difere Ext D MAQ; ** Ext E COM difere Ext E MAQ; #Flex D COM difere Flex D MAQ; ## Flex E COM difere Flex E MAQ.



vando que a digitação em teclado de computador é bem mais estática. Pode-se supor, então, que a digitação em máquina é mais aeróbica e acumula menos lactato nos músculos, sendo menos propícia a gerar enfermidades relacionadas com DORT. O estudo de Filgueiras e Soares 2003 não concorda com o presente estudo quando afirma que o fenômeno LER/DORT deve ser analisado dentro de um contexto mais amplo, considerando os fatores ambientais desfavoráveis.

Autores como Wilson e Corlett (1992), atribuem a incidência de LER/DORT a uma sobrecarga das estruturas fisiológicas do corpo como os tendões e as articulações. Osborne (1995), por sua vez, atribui a incidência ao aumento do número de informações requisitadas por uma sociedade cada vez mais informatizada, evidenciando que o conteúdo de informação e a velocidade com que são manipulados os dados pelos digitadores modernos, superam em muito a dos antigos usuários de máquina de escrever.

Autores como Stock (1991), Armstrong (1987), Silverstein (1987), afirmam que os estudos epidemiológicos em diversos setores mostram que a LER está associada ao nível de esforço executado pelas mãos, e segundo Armstrong (1993), a força de impacto do dedo durante a digitação está associada ao nível de risco de desenvolvimento de LER. O presente estudo, por sua vez, obteve maior padrão de ativação muscular no teclado de computador, sendo, portanto, um fator relevante para o desenvolvimento das DORTs.

O estudo de Signori et al. 1999 enfatizou a importância de uma intervenção ergonômica adequada nas empresas para a solução dos problemas de LER/DORT através da realização de reuniões para viabilizar a redistribuição das tarefas dos funcionários, tornando-os multifuncionais e polivalentes. Este estudo observou que as LER/DORT tem como principal causa a digitação, pois trata-se de uma tarefa repetitiva e, além disso, as empresas não se preocupam com a prevenção. A legislação afirma que para cada 50 minutos, os trabalhadores devem realizar uma pausa de 10 minutos, e a entrada de dados não deve exceder 5 horas diárias.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o padrão de ativação muscular, tanto para os músculos extensores quanto para os flexores, foi maior para os usuários que utilizaram o computador.

REFERÊNCIAS

AMSTRONG, T.; et al. Investigation of applied forces in alphanumeric keyboard work. *Am Ind Hyg Assoc J*. v. 55, n.1, p.30-5, 1994.

AUGUSTO, VG.; et al. Um olhar sobre as LER/DORT no contexto clínico do fisioterapeuta. *Rev. bras. fisioter.*, V.12, n.1, p.49-56, 2008.

BAWA, J. Computador e saúde. São Paulo: Summus, 1997.

FILGUEIRAS, E.V.; SOARES, M.M. Abordagem ergonômica entre teclados digitais e máquinas de escrever mecânicas.

GARBIN A.; NEVES, I; BATISTA, R. Etiologia do senso comum: as Lesões por Esforços Repetitivos na visão dos portadores. *Cadernos de Psicologia Social do Trabalho*, v.1, n.1, p.43-55, 1998.

GUIDOTTI TL. Occupational repetitive strain injury. *Am Fam Phys*, v.45, n.2, p.585-92, 1992.

HELLIWELL P.S., MUMFORD D.B., SMEATHERS J.E., Wright. Work related upper limb disorder: the relationship between pain, cumulative load, disability, and psychological factors. *Ann Rheum Dis*, v.51, p.1325-29, 1992.

HERMENS H.J., et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*. v.10, n.5, p.361-74, 2000.

LEIJINSE J.N.A.L; CARTER S.; GUPTA A.; MCCABE S. Anatomic basis for individuated surface EMG and homogeneous electrostimulation with neuroprostheses of the extensor digitorum communis. *J. Physiol*. V. 587, n.20, p. 4799-4810, 2009.

LEIJINSE J.N.A.L; et al. Assessment of Individual Finger Muscle Activity in the Extensor Digitorum Communis by Surface EMG. *J. Physiology.*, v.587, v.20, p. 4799-4810, 2008.

O'SULLIVAN,S.B; SCHMITZ,T.J. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. 2.ed. São Paulo: Manole,1993.

OSBORNE, D. J. Ergonomics at work. London, John Wiley & Sons, 1995.

SETTIMI M.M; SILVESTRE M.P. Lesões por Esforços Repetitivos: um problema da sociedade brasileira. Petrópolis: Vozes. p. 321-355, 1995.

SGNORI, Luis Ulisses; MARTINS, Maria Antônia Pôrto; ANTONELLO, Nádva; GODOY, Leoni Pentia-do. Gerenciamento da LER/DORT através da organização do trabalho, 1991.

SMUTZ, P., SERINA, E., REMPEL, D. A sistem for evaluating the effect of keyboards design on force, posture, confort, and productivity. *Ergonomics*, vol. 37, n.10, p. 1649-1660, 1994

WILSON, J. R. e Corlett, E. N. Evolution of human work. London: Taylor & Francis, 1992.