

Análise cinemática da digitação em teclado tradicional de microcomputador com diferentes inclinações

Adriana Seára Tirloni¹

adri@tirloni.com.br

Rosemeri Peirão¹

rosemerip@yahoo.com.br

Diogo Cunha dos Reis¹

diogo.biomecanica@gmail.com

Antônio Renato Pereira Moro¹

moro@cds.ufsc.br

¹ Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC - SC

Tirloni AS, Peirão R, Reis DC, Moro ARP. Análise cinemática da digitação em teclado tradicional de microcomputador com diferentes inclinações. Fit Perf J. 2008;7(1):30-4.

RESUMO: Introdução: O uso do computador tem levado a um aumento de todos os tipos de problemas relacionados às extremidades músculo-esqueléticas superiores. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi comparar as variáveis cinemáticas angulares da articulação do punho na atividade de digitação, com e sem a utilização das hastes de inclinação do teclado. Caracteriza-se como uma pesquisa descritiva do tipo estudo de caso. **Materiais e Métodos:** O sujeito utilizado na pesquisa foi um indivíduo do sexo feminino, com 23 anos de idade. Para a coleta de dados utilizou-se uma câmera Sony®, modelo DSC-P32, 60 Hertz e o software DGEEME®, versão 0,98b. Para comparar as características cinemáticas das duas situações (com e sem hastes do teclado) utilizou-se o teste não-paramétrico de Wilcoxon, $p < 0,05$. **Resultados:** No teclado com hastes, a máxima flexão do punho foi de $5,55^\circ$ e a máxima extensão foi de $27,87^\circ$, enquanto que no teclado sem hastes foi de $13,72^\circ$ de flexão e $19,38^\circ$ de extensão. Existiu diferença significativa entre a digitação no teclado com e sem hastes ($p < 0,01$). Verificou-se que o punho permaneceu 71,8% e 52,2% do tempo em posições classificadas como muito boa e caracterizadas como neutra no teclado com e sem hastes, respectivamente. **Discussão:** O teclado sem hastes de inclinação proporciona uma postura do punho mais adequada, permanecendo a maior parte do tempo em uma posição classificada como muito boa durante a digitação.

Palavras-chave: teclado, cinemetria, digitação, punho.

Endereço para correspondência:

UFSC - CDS - BIOMEC – Campus Universitário da Trindade - Florianópolis - SC - CEP 88040-900

Data de Recebimento: dezembro / 2007

Data de Aprovação: janeiro / 2008

Copyright© 2008 por Colégio Brasileiro de Atividade Física Saúde e Esporte.

ABSTRACT

Kinematic analysis of the traditional keyboard typing in computers using different inclinations

Introduction: The use of computers has led to an increase of all kinds of musculoskeletal upper extremity-related problems. Therefore, the objective of this study was to compare the variables of angular kinematics of the wrist joint in typing activities with and without the use of an inclination rod for the keyboard. This study is characterized as a descriptive one of the type case study. **Materials and Methods:** The sample was composed of one female individual aged 23 years old. For the data collect, a DSC-P32 60 Hertz Sony® digital camera and DGEEME® software, version 0.98b were used. To compare the kinematic characteristics of two situations (with or without inclination rods for the keyboard) was used the Wilcoxon non-parametric test, $p < 0.05$. **Results:** The results showed that on the keyboard with rods the maximum wrist flexion was 5.55° and the maximum extension was 27.87° , while on the keyboard without rods was 13.72° and 19.38° of flexion and extension, respectively. There was a significant difference between typing on the keyboard with and without rods ($p < 0.01$). It was found that the wrist remained 71.8% and 52.2% of the time in positions rated as very good and characterized as neutral on the keyboard with and without rods, respectively. **Discussion:** The conclusion is that the keyboard without inclination rods provides with a more appropriate posture for the wrist, remaining most of the time in a position rated as very good.

Keywords: keyboard, kinemetry, typing, wrist.

INTRODUÇÃO

Para a Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), a ergonomia estuda as interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não-dissociada, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas¹. O uso do computador tem levado a um aumento de todos os tipos de problemas relacionados às extremidades músculo-esqueléticas superiores². O Anuário Brasileiro de Proteção³, que aborda dados atualizados relacionados sobre prevenção, relata que os casos de sinovites e tenosinovites, dorsalgias e lesões no ombro, correspondem a quase metade do número total de doenças ocupacionais. Quando as Lesões por Esforços Repetitivos/Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (LER/DORT) não são prevenidas e diagnosticadas precocemente, podem gerar sofrimento, dor e incapacidade física⁴. Por isso, o uso e a aplicação dos conhecimentos da ergonomia podem auxiliar na prevenção da LER/DORT, bem como a utilização da biomecânica para a análise do movimento.

Algumas recomendações são realizadas para ter-se conforto corporal e desta forma prevenir lesões. Um estudo de revisão realizado por Amell⁵ relaciona o uso do teclado de computador com o desenvolvimento de traumas de desordens cumulativas (CDTs). Segundo Brandimiller⁶, a posição indicada para ter-se conforto nos cotovelos é um ângulo entre 90° e 110° , o que facilitará a posição das mãos e antebraços alinhados e apoiados, pois os punhos não devem realizar extensão, flexão ou desvio ulnar ou radial. O mesmo autor menciona que uma pequena inclinação do teclado de 5° a 13° deve melhorar o conforto dos dedos. Lida¹ cita que a altura do teclado na mesa deve estar na altura do cotovelo, ou até 3cm abaixo, e refere-se a um posicionamento inadequado do teclado quando o punho realiza abdução superior a 20° em relação ao antebraço. Para o mesmo autor, nos teclados tradicionais os antebraços e as mãos assumem uma posição forçada, não natural, submetendo os punhos a um desvio ulnar, extensão dos punhos e pronação dos antebraços.

Observa-se que existe uma preocupação com o posicionamento das teclas (padrão QWERT e DVORAK) e com a angulação dos blocos de

RESUMEN

Análisis cinemática de la digitación en teclado tradicional de ordenador con distintas inclinaciones

Introducción: El uso del ordenador ha provocado un aumento de todos los tipos de problemas relacionados a las extremidades músculo-esqueléticas superiores. Así, el objetivo de ese estudio fue a comparar las variables cinemáticas angulares de la articulación del puño en la actividad de digitación, con y sin la utilización de las patillas de inclinación del teclado. Se caracteriza como una investigación descriptiva del tipo estudio de caso. **Materiales y Métodos:** El sujeto utilizado en la investigación fue un individuo del sexo femenino, con 23 años de edad. Para la colecta de datos se utilizó una cámara Sony®, modelo DSC-P32, 60 Hertz y el software DGEEME®, versión 0,98b. Para comparar las características cinemáticas de las dos situaciones (con y sin patillas de inclinación del teclado) se utilizó el test no-paramétrico de Wilcoxon, $p < 0,05$. **Resultados:** El teclado con patillas de inclinación, la máxima flexión del puño fue de $5,55^\circ$ y la máxima extensión fue de $27,87^\circ$, mientras que en el teclado sin patillas de inclinación fue de $13,72^\circ$ de flexión y $19,38^\circ$ de extensión. Ha existido diferencia significativa entre la digitación en el teclado con y sin patillas de inclinación ($p < 0,01$). Se verificó que el puño permaneció 71,8% y 52,2% del tiempo en posiciones clasificadas como muy buena y caracterizadas como neutra en el teclado con y sin patillas de inclinación, respectivamente. **Discusión:** El teclado sin patillas de inclinación proporciona una postura del puño más adecuada, permaneciendo la mayor parte del tiempo en una posición clasificada como muy buena durante la digitación.

Palabras clave: teclado, cinemetría, digitación, puño.

teclas (teclados ergonômicos), para evitar o desvio ulnar dos punhos, tão característico em teclados tradicionais, bem como a necessidade de estudar a utilização das hastes de inclinação que vêm acopladas aos teclados e que são usadas aleatoriamente, muitas vezes sem o entendimento da sua função pelos usuários de computadores.

Um estudo realizado por Baker *et al.*⁷ comparou os valores angulares, de velocidade e de aceleração da digitação em dois tipos de teclados (padrão e o ergonômico) e revelou que a configuração ergonômica do teclado pode alterar a cinemática do punho. Os mesmos autores afirmam que os teclados ergonômicos foram elaborados para reduzir o desvio ulnar, a pronação e a extensão do punho. Segundo Moro *et al.*⁸, ao analisar cinematicamente o comportamento do punho e do ombro de um indivíduo durante a digitação com um teclado ergonômico e um tradicional, verificaram que o uso do teclado ergonômico induzia a um aumento da abdução dos ombros. Porém, os ângulos dos punhos, quando comparados entre os dois tipos de teclados, apresentaram movimentos semelhantes e a esperada diminuição do desvio ulnar não foi verificada.

Existe uma evidência científica sólida de que a intensidade da digitação está associada com os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho, e isso tem se tornado uma epidemia entre os usuários de teclado⁹. O mesmo autor investigou 7 mulheres saudáveis que digitaram em 4 tipos de teclado: 1 - teclado QWERTY plano tradicional; 2 - design plano com ângulo de inclinação negativa no plano sagital, causando uma maior flexão do punho; 3 - teclado com os blocos das teclas divididos ao meio com um ângulo de inclinação positivo, no plano sagital; e 4 - teclado com os blocos das teclas divididos ao meio, com um ângulo de inclinação negativo, no plano sagital. Utilizando-se a eletromiografia (EMG) para verificar o esforço nos músculos deltóide, flexor ulnar do carpo, extensor ulnar do carpo e tríceps braquial, constatou-se menor esforço muscular na flexão e extensão dos músculos da mão quando usado o teclado com inclinação negativa. O referido estudo sugeriu que a possibilidade de dor no punho foi devida à extensão do punho e

não pelo desvio ulnar, pois foi comprovado que existe vantagem significativa no design do teclado com inclinação negativa.

Como a extensão dos punhos é uma posição inadequada e pode provocar estresse muscular que resulta em desconforto físico, este estudo tem como objetivo comparar as variáveis angulares cinemáticas da articulação do punho na atividade de digitação, com e sem a utilização das hastes de inclinação do teclado.

MATERIAIS E MÉTODOS

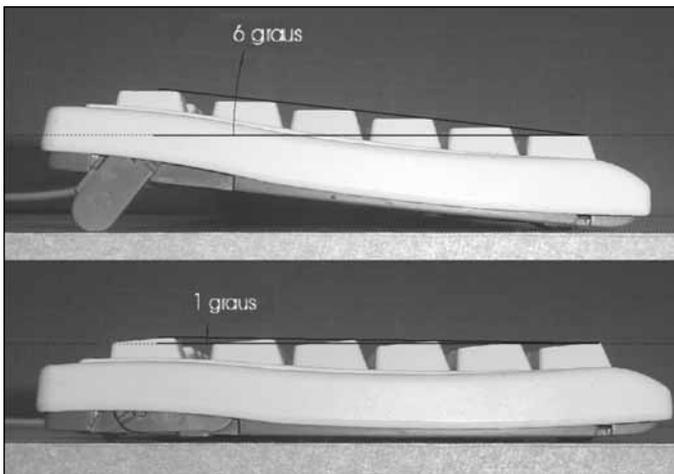
Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, do tipo estudo de caso. Participou da coleta de dados um indivíduo do sexo feminino, com 23 anos de idade, que não dominava a técnica de digitar com todos os dedos.

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Biomecânica da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, em agosto de 2007, onde foram desenvolvidas as etapas para a realização do estudo.

Primeiramente, realizaram-se observações da atividade de digitação do indivíduo em sua situação habitual de trabalho. Após, analisou-se qualitativamente a atividade de digitação (as ações gestuais e posturais), visando identificar as características da tarefa para estruturar a análise cinemática do movimento. Posteriormente, realizou-se a simulação da atividade de digitação em laboratório, em duas fases distintas, para a comparação dos resultados: com e sem hastes de inclinação do teclado.

Para a simulação do posto de trabalho, utilizou-se uma mesa de escritório convencional com 72cm de altura, um computador (CPU e Monitor-LCD 17") e um teclado tradicional, modelo KB-2001 da PPTI®, com 108 teclas, sem suporte para o punho. Antes da digitação, o posto de trabalho foi ajustado conforme as características antropométricas do indivíduo, de acordo com as recomendações de Lida¹. As inclinações do teclado foram determinadas a partir da coleta das imagens digitais do teclado e analisadas no software gráfico Corel Draw 10®, na qual foi traçada uma linha horizontal na superfície da mesa e projetou-se-a até a superfície da primeira tecla da fileira inferior do teclado. Em seguida, traçou-se uma linha na superfície das teclas e calculou-se o ângulo de inclinação do teclado com e sem hastes (Figura 1).

Figura 1 - Determinação da inclinação do teclado com e sem hastes

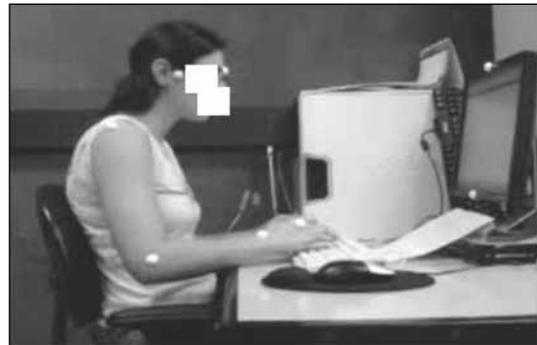


A atividade consistiu na digitação de um texto constituído por 165 palavras, impressas em fonte Arial tamanho 12, na qual foram analisados os movimentos de digitação de 11 palavras, que cor-

respondiam a uma linha do texto durante 21s (selecionados aleatoriamente). A tarefa consistia em ler o texto que estava posicionado à frente do teclado, digitar e olhar para o monitor (conferência do texto). O software editor de texto utilizado para a digitação foi o Microsoft Office Enterprise 2007®, utilizando-se resolução de tela de 1280 x 1024 pixels, zoom de 150% e fonte Arial tamanho 12.

Para a coleta de dados, utilizou-se uma câmera Sony®, modelo DSC-P32, 60Hz, posicionada a 90cm de altura e a uma distância de 110cm até a articulação do cotovelo, que estava disposta perpendicularmente ao plano sagital do corpo da digitadora. Foi utilizado um calibrador composto por 4 pontos de referência dispostos em um plano formando um quadrado (50cmX50cm). Para a análise das imagens, utilizou-se o software de análise de movimento DGEEME®, versão 0.98b. Foram analisados os ângulos de flexão e extensão do punho direito. Para tal, foram marcados os pontos anatômicos da 3ª articulação metacarpofalângica, ponto médio entre o processo estilóide do rádio e cabeça da ulna e o epicôndilo lateral (Figura 2).

Figura 2 - Posto de trabalho e marcação dos pontos anatômicos de referência



Foram analisados 640 quadros nos 21s de digitação, os quais foram classificados segundo os critérios de avaliação da postura da mão e do punho de Moore e Garg¹⁰, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação da postura da mão e punho de acordo com Moore e Garg¹⁰

classificação	caracterização	extensão do punho	flexão do punho
muito boa	neutro	0° a 10°	0° a 5°
boa	próximo ao neutro	11° a 21°	6° a 15°
razoável	não neutro	26° a 40°	16° a 30°
ruim	desvio nítido	41° a 55°	31° a 50°
muito ruim	desvio próximo dos extremos	> 55°	> 50°

Tabela 2 - Resultado da análise cinemática da articulação do punho durante a digitação

teclado	máxima flexão	máxima extensão	média/dp	p
sem hastes	13,72°	19,38°	3,88 ± 7,01° de extensão	< 0,01*
com hastes	5,55°	27,87°	11,67 ± 6,62° de extensão	

*p < 0,05

Para o tratamento dos dados, utilizou-se a estatística descritiva na forma de média, desvio padrão e percentual. Para comparar as características cinemáticas das duas situações (com e sem hastes de inclinação do teclado) e comparar o número de quadros classificados na faixa neutra do movimento do punho, foi testada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk, tendo sido

constatado que os dados não apresentaram distribuição normal, aplicando-se então o teste não-paramétrico de Wilcoxon para duas variáveis pareadas. Adotou-se o nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o resultado da mensuração da inclinação do teclado com a utilização das hastes (6°) e sem a utilização das hastes (1°).

Na Figura 3 estão apresentados os gráficos contendo as variações angulares da articulação do punho durante a digitação com e sem hastes de inclinação do teclado. Observa-se que existe um comportamento diferente entre as curvas das variações angulares nas duas situações.

Os valores máximos (flexão e extensão), médias e desvios padrão das angulações do punho durante a digitação com e sem hastes do teclado estão descritos na Tabela 2.

Conforme observa-se na Tabela 2, a análise cinemática da articulação do punho durante a digitação utilizando teclado com e sem hastes apresentou diferença significativa ($p < 0,01$).

Na Tabela 3 estão dispostas a caracterização da postura da mão e do punho nos diferentes ângulos e suas respectivas frequências e percentuais em relação ao número total de quadros analisados durante a digitação com e sem hastes do teclado.

A comparação entre número de quadros classificados como neutros durante a digitação com e sem as hastes de inclinação do teclado, está apresentada na Tabela 4.

Conforme observa-se na Tabela 4, a análise do número de quadros caracterizados como neutros durante a digitação com e sem hastes do teclado apresentou diferença significativa ($p < 0,01$).

DISCUSSÃO

Ao comparar os fatores de exposição dos trabalhadores, associados com as lesões das extremidades distais superiores, Moore & Garg¹⁰ constataram que os fatores mais associados com as lesões foram a intensidade do esforço, o ajuste da postura do punho e

o ritmo do trabalho. Os autores observaram que a postura do punho era independentemente significativa, porém com um nível menor de associação com as lesões, e esta poderia contribuir para o aumento da incidência de lesões nas extremidades distais superiores quando combinadas com a intensidade exercida durante o movimento.

Cook & Burgess-Limerick¹¹ afirmam que o ideal seria que o punho estivesse posicionado o mais próximo possível do ponto neutro, durante o uso do teclado. Boone *et al.*¹² acrescentam que estudos têm demonstrado que teclados com inclinação positiva causam lesões musculoesqueléticas. No presente estudo, utilizando os critérios de Moore e Garg¹⁰, verificou-se que o uso do teclado sem hastes proporcionou uma postura do punho mais neutra do que com as hastes. Indo ao encontro destes achados, Simoneau *et al.*¹³ afirmam que quanto maior a inclinação do teclado, maior é a extensão do punho durante a digitação.

Szeto e Joseph¹⁴ compararam os ângulos da articulação do punho e a atividade elétrica dos músculos extensores (ulnar e radial do carpo) durante a digitação, utilizando dois teclados (tradicional e ergonômico). Os autores verificaram que houve diferença significativa apenas da atividade muscular dos extensores ulnar do carpo e, utilizando um goniômetro manual, constataram que houve diferença significativa entre o ângulo de extensão do punho nos dois tipos de teclados. As diferenças significativas desses dados podem ter ocorrido devido às diferentes condições ergonômicas nas quais o estudo foi desenvolvido, dentre elas o uso do apoio para o punho somente no teclado ergonômico. No entanto, em um estudo realizado com 15 sujeitos, com o objetivo de analisar a postura durante a digitação, com e sem o suporte para o punho, utilizando a eletrogoniometria, constatou-se que não existiu diferença significativa na flexão e extensão do punho no lado direito ($p < 0,06$), entretanto para o lado esquerdo foi observada diferença significativa ($p < 0,01$)¹⁵.

Segundo Viana & Almeida¹⁶, adaptações como simples acolchoados para o teclado podem reduzir a pressão e alterar a inclinação do punho de digitadores. No presente estudo não foi utilizado suporte para os punhos, acessório este que, provavelmente, não interferiria nos resultados, pois o indivíduo não apoiava os antebraços na mesa ao digitar, já que não dominava a técnica de digitar com todos os dedos e apoiá-los sobre as teclas da fileira central do teclado.

Tabela 3 - Caracterização da postura da mão e punho de acordo com Moore e Garg¹⁰

caracterização	angulação do punho	sem hastes		com hastes		
		n	%	n	%	
próximo ao neutro	flexão	6° a 15°	57	9	0	
neutro		5° a 0°	153	23,9	19	4
neutro	extensão	0° a 10°	307	47,9	296	46,2
próximo ao neutro		11° a 25°	123	19,2	319	49,8
não neutro		26° a 40°	0	0	6	1
		total	640	100	640	100

n=número de quadros na faixa de classificação do movimento do punho;

%=percentual em relação ao total de quadros analisados

Tabela 4 - Comparação entre número de quadros caracterizados como neutro durante a digitação com e sem hastes do teclado

teclado	angulação	classificação	caracterização	quadros		p
				n	%*	
sem hastes	5° flexão a 10° extensão	muito boa	neutro	460	71,8	<0,01**
com hastes				315	52,2	

*percentual em relação ao total de quadros analisados (n=640);

**p<0,05, existe diferença significativa entre número de quadros caracterizados como neutro dos teclados com e sem hastes

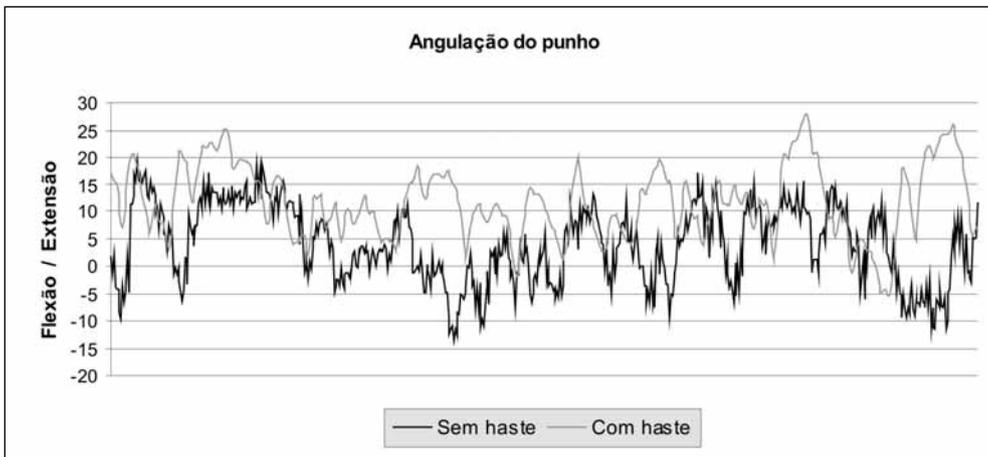


Figura 3 - Gráfico das variações angulares da articulação do punho durante a digitação com e sem hastes do teclado (onde os valores positivos são extensão e negativos são flexão)

Gilad & Harel⁹, através da eletromiografia, verificaram o esforço nos músculos flexor ulnar do carpo e extensor ulnar do carpo em 4 tipos de teclados (2 tradicionais, sendo um com inclinação negativa e outro positiva, e 2 ergonômicos, um com inclinação negativa e outro positiva). Verificaram que a ativação eletromiográfica do extensor ulnar do carpo foi menor nos teclados com inclinação negativa e a ativação do flexor ulnar do carpo foi maior nos teclados ergonômicos do que nos tradicionais. Isso mostra que a utilização das hastes, ou seja, a inclinação positiva dos teclados pode aumentar a ativação muscular dos extensores do punho.

Constatou-se, no presente estudo, que a angulação média do movimento do punho direito sem hastes foi de $3,88 \pm 7,01^\circ$ de extensão e com hastes foi de $11,67 \pm 6,62^\circ$ de extensão. Em contrapartida, estudos similares reportados na literatura trazem valores mais altos: Simoneau *et al.*¹⁷, utilizando um teclado tradicional com inclinação de 5° , verificaram valores médios da angulação do punho esquerdo de $21,2 \pm 8,8^\circ$ de extensão e do direito de $17 \pm 7,4^\circ$. Serina *et al.*¹⁸, com 25 sujeitos, utilizando um posto de trabalho padronizado e a eletrogoniometria, constataram que o ângulo médio de extensão do punho direito foi de $23,4^\circ$ e do esquerdo foi de $19,9^\circ$. Boone *et al.*¹², analisando a digitação utilizando 2 tipos de teclados (tradicional e ergonômico), constataram que a média da angulação da extensão do punho foi de $22,95^\circ$ no tradicional, enquanto que no ergonômico foi de $19,95^\circ$, não apresentando diferença significativa.

Conforme a Tabela 4, 71,8% do tempo o punho permaneceu numa faixa de angulação considerada neutra (abaixo de 10° de extensão). Por outro lado, Serina *et al.*¹⁸ verificaram que mais de 73% dos sujeitos digitaram com os punhos direito e esquerdo com uma extensão maior que 15° . De acordo com Zipp *et al.*¹⁹, a pressão no túnel do carpo é menor quando as mãos estão numa faixa de operação natural de 15° de extensão a 20° de flexão do punho.

Com resultados similares aos deste estudo (Tabela 2), Simoneau *et al.*¹³ identificaram valores máximos de extensão do punho de 24° utilizando teclado com $7,5^\circ$ de inclinação e 20° com o teclado sem inclinação, enquanto que para a flexão os valores foram de 2° ($7,5^\circ$ de inclinação) e 7° (sem inclinação). Em um outro estudo, Simoneau *et al.*¹⁷ analisaram a postura do punho e do antebraço de trabalhadores ($n=90$) durante a digitação em um teclado tradicional de microcomputador (inclinação positiva de 5°), através da eletrogoniometria, onde encontraram valores máximos de extensão de $26,1 \pm 8,8^\circ$ e $25,2 \pm 7,9^\circ$ para o punho esquerdo e direito, respectivamente, e valores mínimos de extensão de $14,9 \pm 9,0^\circ$ e $7,5 \pm 8,0^\circ$ para o punho esquerdo e direito, respectivamente.

Conclui-se que a utilização do teclado sem hastes proporciona uma postura do punho mais adequada para prevenção do desenvolvimento de traumas de desordens cumulativas, pois, ao digitar, permanece-se mais tempo em uma posição neutra, diferente do teclado com hastes que proporciona a permanência desta articulação em extensão por um período maior.

Recomenda-se a realização de outros estudos relacionando a utilização das hastes de inclinação do teclado com diferentes tipos de teclados e digitadores, além de analisar as variáveis cinemáticas angulares de um maior número de indivíduos, objetivando verificar a consistência dos resultados do presente estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Iida I. Ergonomia: projeto e produção. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher; 2005.
2. Fagarasanu M, Kumar S, Narayan Y. The training effect on typing on two alternative keyboards. *Int J Ind Erg.* 2005;35:509-16.
3. Anuário Brasileiro de Proteção. Edição especial. Nova Hamburgo: Proteção Publicações; 2006.
4. Universidade do Estado de São Paulo – UNESP. [acesso em 2007 setembro 16]. Palestras que visam a prevenção das LER/DORT na Unesp de Ilha Solteira; [1 tela]. Disponível em: http://www.universia.com.br/html/noticia/noticia_dentrodocampus_ciagg.html.
5. Amell TK, Kumar S. Cumulative trauma disorders and keyboarding work. *Int J Ind Erg.* 1999;25:69-78.
6. Brandimiller PA. O corpo no trabalho: guia de conforto e saúde para quem trabalha em microcomputadores. São Paulo: Senac; 2002.
7. Baker NA, Cham R, Hale E, Cook J, Redfern MS. Digit kinematics during typing with standard and ergonomic keyboard configurations. *Int J Ind Erg.* 2005;37:345-55.
8. Moro ARP, Oliveira JL, Riccio BD, Reis DC. Análise por cinemática da atividade de digitação: teclado ergonômico vs teclado convencional. Anais do XIII Congresso Brasileiro de Ergonomia - II Fórum Brasileiro de iniciação científica em Ergonomia-Abergo Jovem. [CD-ROM]. Fortaleza: ABERGO; 2004.
9. Gilad I, Harel S. Muscular effort in four keyboard designs. *Int J Ind Erg.* 2000;26:1-7.
10. Moore JS, Garg A. The Strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1995;56(5):443-58.
11. Cook C, Burgess-Limerick R. Guidelines for computer workstations. 2003;17(1):19-37.
12. Boone A, Busby D, Chance J, Hill A, Pocasangre J. Effect of keyboard design on user preference and comfort levels. *Journal of Young Investigators.* 2001;1(4).
13. Simoneau GG, Marklin RW, Berman JE. Effect of computer keyboard slope on wrist position and forearm electromyography of typists without musculoskeletal disorders. *Phys Ther.* 2003;83(9):816-30.
14. Szeto GPY, Joseph KF. NG. A Comparison of wrist posture and forearm muscle activities while using an alternative keyboard and a standard keyboard. *J Occup Rehabil.* 2000;10(3):189-97.
15. Cook C, Burgess-Limerick R, Papalia S. The effect of wrist rests and forearm support during keyboard and mouse use. *Int J Ind Erg.* 2004;33:463-72.
16. Viana NS, Almeida RM. Abordagem fisioterápica na síndrome do túnel do carpo. [monografia]. Goiânia: Universidade Católica de Goiás; 2003.
17. Simoneau GG, Marklin RW, Monroe JF. Wrist and forearm postures of users of conventional computer keyboards. *Human Factors.* 1999;41(3):413-24.
18. Serina E, Tal R, Rempel D. Wrist and forearm postures and motions during typing. *Ergonomics.* 1999;42(7):938-51.
19. Zipp P, Haider E, Halpern N, Rohmert W. Keyboard design through physiological strain measurements. *Appl Ergon.* 1983;14(2):117-22.