



## **EVALUACIÓN DE LA ASIMETRÍA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES DURANTE LA ACTIVIDAD DE MECANOGRAFÍA EN ORDENADORES DE SOBREMESA Y PORTÁTILES**

Josiane Sotrate Gonçalves<sup>1\*</sup>

Cristiane Shinohara Moriguchi<sup>2</sup>

Karina Satiko Takekawa<sup>3</sup>

Tatiana de Oliveira Sato<sup>4</sup>

### **Resumen**

---

Este estudio tuvo como objetivo comparar los lados derecho e izquierdo en relación con los movimientos de las extremidades superiores, la actividad muscular y la carga de peso sobre la mesa durante una actividad de mecanografía simulada en computadoras de escritorio y portátiles. Quince estudiantes universitarios fueron evaluados durante una actividad de mecanografía simulada de cinco minutos en los dos tipos de computadoras, en orden aleatorio. La actividad muscular de los músculos trapecio superior y deltoides anterior se registró bilateralmente mediante electromiografía. Los movimientos del hombro se evaluaron con inclinómetros, y los movimientos de la muñeca y el codo se midieron con electrogoniómetros. La descarga del peso del antebrazo se evaluó mediante celdas de carga colocadas debajo de la superficie de la mesa. No hubo diferencia entre los diferentes tipos de ordenadores durante la actividad de mecanografía, pero sí una mayor sobrecarga musculoesquelética en el miembro superior derecho. Por lo tanto, son necesarias medidas preventivas y estrategias ergonómicas destinadas a reducir la asimetría durante el uso del ordenador.

**Palabras clave:** Actividad muscular, movimientos de miembros superiores, escritorio, cuaderno, lateralidad.

### **EVALUATION OF UPPER LIMB ASYMMETRY DURING TYPING ACTIVITY ON DESKTOP AND NOTEBOOK COMPUTERS**

### **Abstract**

---

This study aimed to compare the right and left sides in relation to the movements of the upper limbs, muscle activity and weight bearing on the table during a simulated activity of typing on the computer desktop and notebook. Fifteen university students were evaluated during five minutes of simulated typing activity in both types of computers. The evaluation order was randomized. Upper trapezius and anterior deltoid activation were recorded bilaterally by surface electromyography. Shoulder movements were assessed by inclinometers, wrist and elbow movements were measured using electrogoniometers. Forearm weight discharge was evaluated by load cells placed under the table surface. There was no difference between the

---

<sup>1</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidad Federal de São Carlos - UFSCar. \* josi.sotrate@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidad Federal de São Carlos - UFSCar.

<sup>3</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidad Federal de São Carlos - UFSCar.

<sup>4</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidad Federal de São Carlos - UFSCar.



different types of computers during the activity of typing, but musculoskeletal load was higher in the right upper limb. Therefore, preventive measures and ergonomic strategies to reduce the asymmetry between limbs in the use of computers are required.

**Keywords:** Muscle Activity, Movements of the Upper Limbs, Desktop, Notebook, Laterality.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los estudiantes universitarios constituyen una población que ha mostrado una creciente exposición al ordenador, ya sea durante actividades educativas, sociales o recreativas (Hlossberg et al., 2004; Noack-Cooper et al., 2009).

La postura y los movimientos adoptados, el malestar, el rendimiento y la productividad en los estudiantes universitarios durante el uso del ordenador han sido objeto de estudios debido a su uso frecuente y en condiciones inadecuadas (Saito et al., 1997; Szeto et al., 2002; Berkhouth et al., 2004; Jacobs et al., 2009; Gold et al., 2012). Estos estudios identificaron la presencia de factores de riesgo biomecánicos en el uso de computadoras, pero aún no se ha explorado la asimetría durante la actividad de escritura en *computadoras de escritorio y portátiles*.

Este aspecto merece atención, ya que existe un uso creciente de computadoras y dispositivos móviles portátiles, por lo que es importante comprender la exposición biomecánica a la asimetría de los miembros superiores para poder tomar medidas preventivas.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es comparar los lados derecho e izquierdo en relación con los movimientos de las extremidades superiores, la actividad muscular y la carga de peso sobre la mesa durante una actividad de mecanografía simulada en *computadoras de escritorio y portátiles*.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Lugar del estudio y participantes

El estudio se realizó en el Laboratorio de Fisioterapia Preventiva y Ergonomía (LAFIPE) de la Universidad Federal de São Carlos. Quince estudiantes universitarios sanos y diestros fueron evaluados durante una actividad de mecanografía simulada en *computadoras de escritorio y portátiles*. Se excluyeron del estudio los participantes que tenían antecedentes de lesiones, traumatismos (caídas o accidentes) o síntomas musculoesqueléticos en las extremidades superiores.



En la Tabla 1 se muestran las características personales y demográficas de la muestra. Cada participante recibió información sobre el propósito y los procedimientos del estudio y firmó un Formulario de Consentimiento Informado. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación con Seres Humanos de la UFSCar (Protocolo CEP: CAAE 05658612.5.0000.5504).

**Tabla 1.** Datos personales y demográficos de la muestra. Los datos cuantitativos se presentan como media, desviación estándar (DE), mínimo-máximo, y los datos categóricos se presentan como frecuencia relativa y absoluta [n (%)].

	Media (DE)	Mínimo - Máximo
Edad (años)	23,4 (3,9)	19 - 31
Altura (cm)	1,65 (0,47)	1,58-1,72
Peso (kg)	59,5 (7,8)	45,3-72,1
Educación [n (%)]		
Educación superior incompleta	7 (46,7)	
Estudios de posgrado incompletos	8 (53,3)	
Estado civil [n (%)]		
Soltero	14 (93,3)	
Mujer casada	1 (6,7)	
Dominancia manual [n (%)]		
Derecha	15 (100)	
Zurdo	0 (0)	

## 2.2. Tareas

Antes del inicio de las tareas, se ajustó el mobiliario de acuerdo a las medidas antropométricas de los participantes. Los participantes ajustaron la posición y el ángulo de la pantalla y el teclado de acuerdo con sus propias preferencias y comodidad. Cada participante realizó la tarea durante un minuto en cada computadora para familiarizarse. Poco después, se realizó la digitación de un texto estandarizado en ambos tipos de computadora, y el orden de evaluación fue aleatorio.

La tarea consistió en escribir un texto estandarizado en el programa *Microsoft Word* a la velocidad elegida por cada participante, con una duración de 5 minutos en cada tipo de ordenador y 2 minutos de descanso entre tareas. Durante la realización de las tareas, se recogieron datos sobre la actividad muscular del trapecio superior y del deltoides anterior, los movimientos de los hombros, los codos y la muñeca, y la carga de peso en la mesa (Figura 1).

**Figura 1.** Participante durante la recolección de datos realizando la tarea de mecanografía simulada.



Figura 1A: Tarea con el uso del *escritorio*; Figura 1B: Tarea con el uso del *cuaderno*.

### 2.3. Instrumentos y equipos

Para la recolección de datos se utilizó una escala antropométrica y un estadiómetro digital (Wiso W721, capacidad máxima de 180 kg y graduación de 100 g), cinta métrica para mediciones antropométricas, bolígrafo dermatográfico para marcas anatómicas, cintas adhesivas y materiales para limpieza de piel y tricotomía.

La actividad muscular de los músculos trapecio superior y deltoides anterior se registró bilateralmente mediante electromiografía de superficie compuesta por electrodos diferenciales simples (DE-2.3, Delsys, Boston, EE. UU.) con geometría en dos barras paralelas (1 mm x 1 cm, 99.9% Ag) separadas por 1 cm. Las principales características de los electrodos son: RRMC de 92 dB, impedancia de entrada  $> 1015$  en paralelo, con 0,2 pF, ganancia de voltaje de 10 veces, ruido de 1,2 uV (RMS). La frecuencia de adquisición utilizada fue de 1000 Hz y condicionada por el amplificador principal (Myomonitor IV, Delsys, USA) con una ganancia ajustada a 1000 veces, frecuencia de paso de banda de 20-450 Hz, resolución de 16 bits y ruido de 1,2 uV (Delsys, Boston, USA).

Los movimientos de la muñeca y el codo se midieron con electrogoniómetros. Se utilizaron sensores modelos SG65 (flexión, extensión, desviaciones radiales y cubitales de la muñeca) y SG110 (flexión y extensión del codo) y una unidad de adquisición (DataLog) con una frecuencia de adquisición de 20 Hz (Biometrics, Gwent, Reino Unido). Los movimientos del hombro derecho e izquierdo se evaluaron utilizando inclinómetros a 20 Hz (Logger Teknologi, Malmö, Suecia).

Para la tarea de tipificación simulada, se utilizó una mesa instrumentada con cuatro placas, cada una con una celda de carga acoplada a una frecuencia de adquisición de 20Hz (Kratos, modelo CD, capacidad de 50kgf, señal de salida de 2mV/V) para medir la descarga de



peso de las extremidades superiores en su superficie, una computadora de *escritorio* (Leadership), con un monitor de 17 pulgadas (Samsung, modelo SyncMaster 740N) y un *Notebook* (Acer), con pantalla de 14 pulgadas (Acer® Aspire, modelo V5-472-6\_BR826).

## 2.4. Procedimientos

Para la recolección de datos se aplicó un cuestionario que contenía preguntas generales con datos demográficos y de salud (edad, dominancia de miembros, estado civil y escolaridad). Poco después de que se recopilaron los datos iniciales, se fijaron los sensores para registrar la actividad muscular y la postura. Posteriormente, los participantes realizaron la tarea de mecanografía.

*Electromiografía:* Antes de colocar los electrodos, se realizó higiene cutánea y tricotomía. Los electrodos se fijaron a una distancia de 2 cm de la línea media entre la séptima vértebra cervical y el acromion para la porción descendente del músculo trapecio (Mathiassen et al., 1995; SENIAM, 2013), en un dedo de anchura distal y anterior al acromion para el músculo deltoides (SENIAM, 2013), y se colocó el electrodo de referencia en el manubrio del esternón. La actividad muscular se normalizó mediante la actividad electromiográfica obtenida durante la contracción isométrica voluntaria máxima (MICW). La MVIC de los músculos trapecio y deltoides se obtuvo con los participantes sentados con la cabeza en posición vertical sin flexión, extensión, inclinación lateral ni rotación, manteniendo los hombros en abducción de 90°, el codo extendido y con la palma de las manos apuntando hacia abajo (Mathiassen et al., 1995). Se instruyó a los voluntarios para realizar la abducción del hombro contra la resistencia de las bandas colocadas en el último tercio del brazo.

*Electrogoniometría:* Para la fijación de los sensores en la articulación de la muñeca, el participante colocó el hombro en abducción a 90° y los codos flexionados a 90° con el brazo en plena pronación. El terminal telescópico del electrogoniómetro se fijó en la superficie dorsal del tercer metacarpiano. Para la fijación del terminal fijo, el participante flexionó completamente la articulación de la muñeca y el electrogoniómetro se alargó ligeramente para fijar el terminal en el antebrazo. Para la articulación del codo, el participante se colocó en abducción a 90° y el codo en extensión y a un lado del cuerpo, con las palmas de las manos hacia el cuerpo. A continuación, el terminal telescópico del electrogoniómetro se fijó al antebrazo y el terminal fijo en la parte superior del brazo. La posición cero mecánica del equipo se estableció registrando el electrogoniómetro en una regla alineada a 0°. La posición anatómica de referencia, predeterminada para las articulaciones, se registró durante 60 segundos. Para la



articulación de la muñeca y el codo, los participantes permanecieron de pie, con los hombros relajados, el codo flexionado a 90° y la muñeca pronada sobre una superficie plana, con una postura de muñeca neutra en términos de flexión y extensión y desviaciones radiales y cubitales (Kotani et al., 2007).

*Inclinación:* Se fijaron bilateralmente dos inclinómetros por debajo de la inserción del músculo deltoides (Hansson et al., 2001). Los inclinómetros se calibraron con respecto a la gravedad en las direcciones X, Y y Z. Para la fijación de los inclinómetros, se realizó palpación para identificar la inserción distal del músculo deltoides. Una vez fijados los transductores, se registró la posición neutra de referencia de las extremidades superiores con el sujeto sentado, con la región axilar apoyada en el respaldo de la silla y el brazo libre verticalmente. El apoyo de una mancuerna de 2 kg aseguraba que el brazo se mantuviera perpendicular al suelo. La posición de referencia que indica la dirección del movimiento de las extremidades superiores fue la abducción de los brazos a 90° en el plano escapular (Moriguchi et al., 2011).

## 2.5. Análisis de datos

Los datos se procesaron en un entorno MatLab (versión 7.01, MathWorks Inc, Natick, EE.UU.) y se redujeron utilizando el método de la Función de Distribución de Probabilidad de Amplitud (APDF) para estimar los percentiles 10, 50 y 90. Los datos fueron analizados descriptivamente.

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis multivariado de dos vías (MANOVA *de dos vías*) para verificar si había una interacción entre el tipo de computadora (*escritorio y portátil*) y los lados (derecha e izquierda). El análisis se realizó con el programa SPSS (versión 11.5) y el nivel de significancia adoptado fue del 5%.

## 3. RESULTADOS

Los resultados muestran que hubo una diferencia entre el lado derecho y el izquierdo durante el uso de computadoras para la postura, la carga de peso y la actividad muscular. Se encontró mayor sobrecarga musculoesquelética en el miembro superior derecho. La media y la desviación estándar de los percentiles de postura de los miembros superiores derecho (D) e izquierdo (E) se pueden observar en la Tabla 2. Los datos de soporte de peso del antebrazo en la tabla se muestran en la Figura 2 y la activación muscular en la Figura 3.

El MANOVA *de dos vías* indicó que no hubo interacción entre los dos factores (tipo de computadora y lados) para las variables relacionadas con el movimiento, la actividad

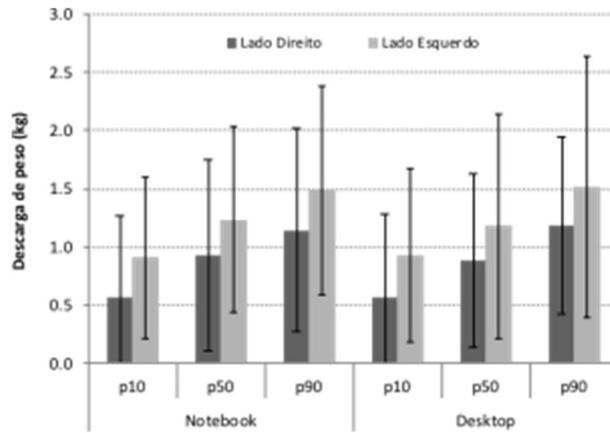


muscular y la carga de peso, es decir, el tipo de computadora no interfirió con los movimientos, la actividad muscular y la carga de peso. Hubo una diferencia significativa entre los lados para el percentil 10 de la postura del hombro; percentiles 10, 50 y 90 para el codo y percentiles 50 y 90 para la desviación de la muñeca (Tabla 2). También se encontró una diferencia significativa para la carga de peso del antebrazo en los percentiles 10, 50 y 90 ( $p_{10}: p = 0,006$ ;  $p_{50}: p = 0,005$ ;  $p_{90}: p = 0,003$ ). Hay una mayor carga de peso del antebrazo en la mesa del lado izquierdo en comparación con el lado derecho (Figura 2). Hubo una diferencia significativa en la activación muscular para el músculo trapecio superior para los percentiles 10, 50 y 90 ( $P < 0.01$ ). En el lado derecho se observa una mayor activación muscular en el tracio superior, como se muestra en la Figura 3.

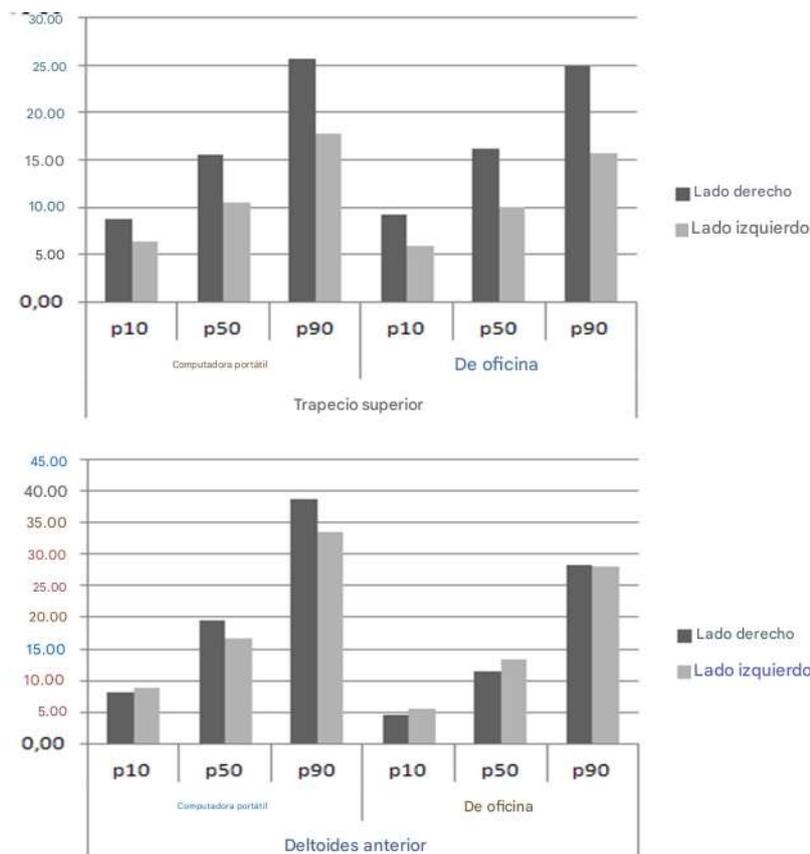
**Tabla 2.** Media y desviación estándar (DE) para la postura de las extremidades superiores derecha e izquierda durante el uso de *computadoras portátiles* y *de escritorio* para los percentiles 10, 50 y 90.

	Nota libro		DESctop		P
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
Elevación del hombro (°)					
Percentil 10	27,30 (10,68)	29,10 (11,26)	24,77 (10,27)	27,93 (11,11)	0,01
Percentil 50	29,41 (10,41)	30,63 (11,13)	27,62 (10,00)	29,73 (10,63)	0,07
Percentil 90	31,78 (9,16)	32,34 (11,00)	30,37 (9,74)	32,01 (10,33)	0,27
Codo					
Percentil 10	94,16 (11,55)	90,26 (13,59)	95,41 (11,41)	87,82 (16,59)	<0,01
Percentil 50	96,98 (11,92)	93,07 (13,64)	98,85 (10,78)	91,87 (16,53)	<0,01
Percentil 90	100,58 (12,40)	96,14 (13,82)	103,48 (9,82)	94,74 (16,78)	<0,01
Muñeca de flexión/extensión (°)					
Percentil 10	-19,26 (13,29)	-21,93 (12,97)	-25,20 (17,12)	-32,07 (18,85)	0,98
Percentil 50	-9,19 (14,30)	-14,21 (14,38)	-16,31 (17,03)	-23,53 (17,93)	0,79
Percentil 90	-9,70 (7,69)	-3,97 (12,50)	-5,03 (17,62)	-13,41 (15,62)	0,53
Desviación de la manija (°)					
Percentil 10	-9,70 (7,69)	-12,48 (9,37)	-8,59 (7,10)	-11,07 (11,60)	0,36
Percentil 50	-0,71 (8,51)	-6,91 (9,71)	1,52 (8,64)	-5,66 (11,85)	<0,01
Percentil 90	7,58 (8,92)	-1,03 (9,45)	7,89 (9,07)	0,98 (11,87)	0,01

**Figura 2.** Promedio de los valores de descarga de peso derecho e izquierdo durante el uso de *computadoras portátiles* y *de escritorio* para los percentiles 10, 50 y 90.



**Figura 3.** Valores medios de distribución de los percentiles 10, 50 y 90 de actividad muscular durante el uso del *portátil* y el *ordenador de sobremesa* a los lados derecho e izquierdo.



#### 4. DISCUSIÓN

En el presente estudio, hubo una diferencia significativa entre los lados derecho e izquierdo para la postura del hombro, el codo, la desviación de la muñeca, la carga del peso del



antebrazo y la activación muscular para el músculo trapecio superior. Estudios previos sobre el tema no han investigado la comparación entre los lados derecho e izquierdo durante la actividad de mecanografía (Saito et al., 1997; Straker et al., 1997; Villanueva et al., 1998; Szeto et al., 2002), por lo que no se dispone de datos para un análisis comparativo.

Los valores más altos en los movimientos del codo y la activación del trapecio superior se encontraron en el lado derecho y los ángulos de los movimientos del hombro y la desviación de la muñeca y la carga de peso en el lado izquierdo. Así, se observó una mayor sobrecarga musculoesquelética en el lado derecho durante el uso de *ordenadores de sobremesa y portátiles*. Esta sobrecarga puede explicarse por el dominio manual de los alumnos, el uso del teclado tradicional y la falta de apoyo del antebrazo durante la ejecución de la tarea, lo que puede llevar a una mayor demanda muscular de la región proximal del miembro superior.

Los teclados convencionales pueden sobrecargar las estructuras musculoesqueléticas de las extremidades superiores durante el uso del ordenador debido a su geometría (Rempel, 2008). Los estudios ergonómicos en la literatura indican que el uso de teclados con configuraciones alternativas reduce la sobrecarga en la extremidad superior (Rempel et al., 2007; Mc Loone et al., 2009; Baker et al., 2009).

La ausencia de apoyo es también uno de los factores de riesgo para los síntomas en el cuello, el hombro y la mano (Bergvist et al., 1995) y debe merecer atención en las intervenciones dirigidas a prevenir y controlar las disfunciones. Aunque se han identificado diferencias en los ángulos de los movimientos del hombro y la desviación de la muñeca, la menor sobrecarga musculoesquelética puede estar relacionada con una mayor carga de peso en el lado izquierdo. Algunos estudios muestran que el apoyo del antebrazo y la muñeca durante la actividad informática reduce la carga muscular en el cuello y el hombro (Cook et al., 2004; Nag et al., 2009). Estos hallazgos son consistentes con los resultados del presente estudio, ya que se encontró un mayor apoyo del antebrazo en el lado izquierdo.

Los resultados indican que no hay diferencia entre los dos tipos de computadoras para las variables relacionadas con el movimiento, la actividad muscular y la carga de peso. Los estudios previos que compararon el uso de computadoras de *escritorio y portátiles* tampoco encontraron diferencias significativas en relación con la postura de los hombros, codos y muñecas y la activación de los músculos trapecio superior y deltoides anterior (Straker et al., 1997; Saito et al., 1997; Villanueva et al., 1998; Szeto et al., 2002).



A diferencia de este estudio, en el estudio de Villanueva et al. (1998) se detectó una mayor activación muscular para los músculos extensores de la muñeca, y este resultado puede explicarse por la mayor extensión de la muñeca utilizando el *portátil* en comparación con el uso del *escritorio*.

Las principales limitaciones de este estudio fueron el pequeño tamaño de la muestra y el corto tiempo de ejecución de las tareas.

## 5. CONCLUSIÓN

No hubo diferencia entre los diferentes tipos de ordenadores durante la actividad de mecanografía, pero se encontró una mayor sobrecarga musculoesquelética en el miembro superior derecho. Por lo tanto, son necesarias medidas preventivas y estrategias ergonómicas destinadas a reducir la asimetría durante el uso del ordenador.

## 6. APOYO FINANCIERO

Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de Nivel Superior (CAPES/Brasil, Código de Financiamiento 001 y Proc. N. 23038006938/2011-72), Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq/Brasil, Proc. N. 484230/2013-1).

## REFERENCIAS

Baker NA, Cidboy EL. The effect of three alternative keyboard designs on forearm pronation, wrist extension, and ulnar deviation: a meta-analysis. *Am J Occup Ther.* 2006;60(1):40-49.

Bergqvist U, Wolgast E, Nilsson B, Voss M. Musculoskeletal disorders among visual display terminal workers: individual, ergonomic and work organisational factors. *Ergonomics.* 1995;38(4):763-776.

Berkhout AL, Hendriksson-Larsen K, Bongers P. The effect of using a laptop station compared to using a standard laptop PC on the cervical spine torque, perceived strain and productivity. *Appl Ergon.* 2004;35:147-152.

Cook C, Burgess-Limerick R, Papalia S. The effect of upper extremity support on upper extremity posture and muscle activity during keyboard use. *Appl Ergon.* 2004a;35:285-392.

Gold JE, Driban JB, Yingling VR, Komaroff E. Characterization of posture and comfort in laptop users in non-desk settings. *Appl Ergon.* 2012;43:392-399.



- [Hansson GA](#), [Balogh I](#), [Byström JU](#), [Ohlsson K](#), [Nordander C](#), [Asterland P](#), [Sjölander S](#), [Rylander L](#), [Winkel J](#), [Skerfving S](#). Questionnaire versus direct technical measurements in assessing postures and movements of the head, upper back, arms and hands. [Scand J Work Environ Health](#). 2001;27(1):30-40.
- Hansson GA, Balogh I, Ohlsson K, [Granqvist L](#), [Nordander C](#), [Arvidsson I](#), [Åkesson I](#), [Unge J](#), [Rittner R](#), [Strömberg U](#), [Skerfving S](#). Physical workload in various types of work: Part I. Wrist and forearm. [Int J Ind Ergon](#). 2009;39(1):221-233.
- Jacobs K, Johnson P, Dennerlein J, Peterson D, Kaufman J, Gold J, Williams S, Richmond N, Karban S, Firn E, Ansong E, Hudak S, Tung K, Hall V, Pencina K, Pencina M. University students' notebook computer use. [Appl Ergon](#). 2009;40:404-409.
- Mathiassen SE, Winkel J, Hagg G. Normalization of surface EMG amplitude from the upper trapezius muscle in ergonomic studies - a review. [J Electromyogr Kinesiol](#). 1995;5:197-226.
- McLoone H.E, Jacobson M, Clark P, Opina R, Hegg C, Johnson P. Design and evaluation of a curved computer keyboard. [Ergonomics](#). 2009;52(12):1529-1539.
- Moriguchi CS, Carnaz L, Alencar JF, Miranda Junior LC, Granqvist L, Hansson GA, Gil Coury HJC. Postures and movements in the most common tasks of power line workers. [Ind Health](#). 2011;49(4):482-491.
- Nag PK, Pal S, Nag A, Vyas H. Influence of arm and wrist support on forearm and back muscle activity in computer keyboard operation. [Appl Ergon](#). 2009;40:286-291.
- Noack-Coopera KL, Sommerich CM, Mirka GA. College students and computers: assessment of usage patterns and musculoskeletal discomfort. [Work](#). 2009;32:285-298.
- Rempel D, Barr A, Brafman D, Young E. The effects of six keyboard designs on wrist and forearm postures. [Appl Ergon](#). 2007;38(3):293-298.
- Rempel D. The split keyboard: an ergonomics success story. [Hum Factors](#). 2008; 50(3):385-392.
- Saito S, Miyao M, Kondo T, Sakakibara H, Toyoshima H. Ergonomic evaluation VDT operation using flat panel display. [Ind Health](#). 1997;35:264-270.
- Schlossberg EB, Morrow S, Llosa AE, Mamary E, Dietrich P, Rempel DM. Upper extremity pain and computer use among engineering graduate students. [Am J Ind Med](#). 2004;46:297-303.



SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles) disponível em: <http://www.seniam.org/>. Acesso em: 05/06/2013.

Szeto GP, Lee R. An ergonomic evaluation comparing desktop, notebook, and subnotebook computers. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83(4):527-532.