

Suporte de Notebook, estudo científico comprova a sua eficácia

Postura, desconfort y productividad durante la ejecución de tareas de mecanografía en computadores personales portátiles tipo netbook, con y sin modificaciones ergonómicas.

(Estudio sobre el producto Soporte de Notebook SN-1263)



Castellucci, Ignacio
MSc., Investigador, Carrera de Kinesiología
Universidad de Valparaíso,
Valparaíso, Chile



Zúñiga Benitez, Luis
Lic., Universidad de Valparaíso,
Valparaíso, Chile.

ABSTRACT

El objetivo de este estudio fue determinar y comparar la postura en el plano sagital, el desconfort y la productividad durante la ejecución de tareas de mecanografía en computadores tipo netbook, con y sin modificaciones ergonómicas. Entre los resultados se destaca, que el uso de modificaciones ergonómicas se asoció significativamente a una postura de cabeza y cuello más erguida. Un menor desconfort asociado al uso de modificaciones ergonómicas y en la productividad no fue posible observar diferencias. Se concluye que el uso de modificaciones ergonómicas disminuye el riesgo de desarrollar desórdenes músculo esqueléticos.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años hemos asistido a un gran desarrollo tecnológico, particularmente en lo relacionado a las tecnologías de información y comunicación. Además de los efectos positivos de estas tecnologías, entre los que destacan, aumento de la eficiencia, accesibilidad a la información y velocidad de las comunicaciones, es necesario no menospreciar los potenciales efectos adversos que resulten de la utilización de algunas de estas tecnologías. Los computadores portátiles (CP), un hito del desarrollo tecnológico, fueron

diseñados para usuarios con puestos de trabajos móviles, lo que generó su diseño compacto y la integración del monitor y los diversos dispositivos periféricos como el mouse y teclado.

El diseño del CP produce, entre otras cosas, que durante su utilización exista una mayor flexión de cuello y un mayor esfuerzo/molestia en comparación con la utilización de los computadores convencionales (CC) o desktop [6, 12, 14]. Además de eso, la utilización de CP origina una disminución del intervalo de movimiento del cuello [17] y un esfuerzo muscular (valor EMG) significativamente mayor, en comparación con la utilización de CC [11]. A pesar de lo mencionado anteriormente, son numerosos los estudios que recalcan el rápido crecimiento de la producción y ventas de los CP, y su utilización en ambientes de oficina, de estudio y de ocio [7, 9, 13].

Además, es importante agregar que puede observarse un aumento del uso de computadores portátiles en situaciones donde el computador es usado de forma fija [5].

Chile es un país donde también se verifica un aumento en esta tendencia, situación que se refleja, entre otras cosas, por políticas gubernamentales como “yo elijo mi PC” donde se entregarán 60.000 computadores, notebooks en su gran mayoría, a alumnos de 7º básico con rendimiento destacado.

Por otra parte, en un estudio llevado a cabo por la firma de análisis IDC Latín América en el 2010, revela que en Chile durante el año 2010 se venderán 919.000 CPP tipo notebook, 491.000 computadores de escritorio y 380.000 CP tipo netbook, mientras que un estudio realizado a 1680 consumidores por la página de ventas por internet “PriceGrabber.com”, revela que el 15% de éstos tienen su propio CP tipo netbook.

El término netbook describe una categoría de subnotebooks pequeños, de bajo costo, muy livianos, de bajo voltaje, con procesador de bajo consumo y con funciones de cómputo básicas, optimizados para el acceso inalámbrico a internet.

Generalmente vienen con pantallas de 7 a 10 pulgadas para que sean fácilmente transportables. Sus características de gran portabilidad y bajos precios los hacen muy atractivos al público.

La ergonomía ha realizado esfuerzos para minimizar el impacto en la salud del uso de CP tipo notebook, esto puede verse en una serie de estudios donde se utilizó diferentes medidas ergonómicas como son: teclado externo, mouse externo y soportes o alzador del computador [2,

12]. Sin embargo, es importante destacar que es casi nula la información relacionada a la aplicación de medidas ergonómicas en CP tipo netbook.

En función de lo señalado anteriormente, el objetivo de este estudio es determinar y comparar la postura en el plano sagital, el disconfort y la productividad durante la ejecución de tareas de mecanografía en computadores tipo netbook, con y sin modificaciones ergonómicas.

METODO

Participantes

Después de entregar la información respecto a la investigación, un total de 15 estudiantes se presentaron al estudio (11 hombres y 4 mujeres), los cuales firmaron un consentimiento informado y cumplieron con los siguientes criterios:

Tener entre 18 a 25 años, con el fin de asegurar madurez músculo esquelética con el mínimo de daño degenerativo.

Tiempo de uso de netbook menor de 1 hora por semana.

No poseer la habilidad de la mecanografía al tacto.

Dominancia diestra.

No tener historia de desorden músculo-esquelético en cuello y/o extremidades superiores dentro de los últimos tres meses.

No tener prescripción de medicamentos psicoactivos o diagnóstico de desorden mental.

Condiciones Experimentales

El experimento contempla dos pruebas. Cada una de estas consiste en la realización de una tarea de escritura en un CP tipo netbook (Packard Bell[®], Dot ZG5[®], teclado QWERTY en español), con y sin modificaciones ergonómicas. Las modificaciones ergonómicas corresponden a un soporte para notebook (Digitador, SN-1263[®]) y un teclado externo (Genius, KB-06XE[®]). En caso necesario se dispuso del apoyo para pies (Digitador, AP-427[®]). Se entregaron breves instrucciones sobre la tarea de mecanografía a realizar y se instruyó al participante a escribir a su mejor velocidad y de la forma más correcta posible mientras dura la prueba.

Variables dependientes

Postura Media en el Plano Sagital

Es definida como la posición promedio de los nueve ángulos posturales en el plano sagital en cada prueba.

El método utilizado para evaluar la postura media en el plano sagital fue a través del análisis computacional de las nueve variables posturales o ángulos, definidas por los nueve marcadores y las líneas de referencia horizontal y vertical, en quince fotogramas de video extraídos (Adobe® Premiere CS5®) desde el minuto 16'00" hasta el 19'30" de grabación, en los segundos cero, quince, treinta y cuarenta y cinco, luego de lo cual se definen, AutoCAD® 2007, los valores promedios de cada variable postural para cada condición experimental.

Se adhirieron nueve marcadores esféricos de plumavit de dos centímetros y medio de diámetro con cinta adhesiva de doble contacto a ocho reparos anatómicos del lado izquierdo de los participantes de estudio y una zona del CP tipo netbook. Los marcadores fueron situados en:

1. Margen lateral del ojo
2. Tragus de la oreja
3. Proceso espinoso de C7
4. Articulación acromio-clavicular
5. Epicóndilo lateral del húmero
6. Proceso estiloides de la ulna
7. Cabeza del quinto metacarpiano
8. Punto medio del trocánter mayor del fémur
9. Centro de la pantalla del CP tipo netbook en el plano sagital.

A partir de los nueve marcadores y las líneas de referencia horizontal y vertical, se obtuvieron los nueve ángulos posturales (Ver Figura 1) definidos de la siguiente forma:

1. Ángulo de visión: ángulo formado por la línea que va desde el margen lateral del ojo hasta el centro de la pantalla, con respecto a la línea horizontal. Se le asigna valor cero a

la línea de referencia horizontal. Inferior a ésta el valor del ángulo es progresivamente negativo y superior a ésta progresivamente positivo.

2. Inclinación de cabeza: ángulo formado por la línea que va desde el margen lateral del ojo hasta el tragus de la oreja con respecto a la línea de referencia horizontal. Se le asigna valor cero a la línea horizontal. Inferior a ésta el valor del ángulo es progresivamente negativos y superior a ésta progresivamente positivo.

3. Flexión de cuello: ángulo formado por la línea que va desde el tragus de la oreja hasta el proceso espinoso de C7, con respecto a la línea de referencia vertical. Se le asigna valor cero a la línea vertical. Anterior a esta el valor del ángulo es progresivamente positivo y posterior a esta progresivamente

negativo.

4. Ángulo cráneo-cervical: ángulo formado por la línea que va desde el margen externo del ojo hasta el tragus de la oreja y la línea que va desde este último hasta el proceso espinoso de C7. El valor de este ángulo es progresivamente positivo en el sentido de las agujas del reloj.

5. Ángulo cérvico-torácico: ángulo formado por la línea que va desde tragus de la oreja hasta el proceso espinoso de C7 y la línea que va desde este último hasta el punto medio del trocánter mayor del fémur. El valor de este ángulo es progresivamente positivo en el sentido de las agujas del reloj.

6. Flexión de hombro: ángulo formado por la línea que va desde la articulación acromio-clavicular hasta el epicóndilo lateral del húmero, con respecto a la línea de referencia vertical. Se le asigna valor cero a la línea vertical. Anterior a esta el valor del ángulo es progresivamente positivo y posterior a esta progresivamente negativo.

7. Flexión de codo: ángulo formado por la línea que va desde la articulación acromio-clavicular hasta el epicóndilo lateral del húmero, y la línea desde este último hasta el proceso estiloides de la ulna. El valor de este ángulo es progresivamente positivo en el sentido inverso al de las agujas del reloj.

8. Flexo-extensión de muñeca: ángulo formado por la línea que va desde el epicóndilo lateral del húmero hasta el proceso estiloides de la ulna, y la línea que va desde este último hasta la cabeza del quinto metacarpiano. Se le asigna valor cero a la primera línea mencionada. Inferior a ésta el valor del ángulo es progresivamente negativo y superior a esta progresivamente positivo.

9. Inclinación de tronco: ángulo formado por la línea que va desde el proceso espinoso de C7 hasta el punto medio del trocánter mayor del fémur, con respecto a la línea de referencia horizontal. El valor de este ángulo es progresivamente positivo en el sentido de las agujas del reloj.



Figura 1. Detalle de los ángulos estudiados: a) ángulo de visión, b) inclinación de cabeza, c) flexión de cuello, d) ángulo cráneo-cervical, e) ángulo cérvico-torácico, f) flexión de hombro, g) flexión de codo, h) flexo-extensión de muñeca, i) inclinación de tronco, LRH: línea de referencia horizontal, LRV: línea de referencia vertical.

Discomfort

Definido como la sensación de tensión, fatiga, entumecimiento o dolor en quince áreas del cuerpo del participante [3]. El método utilizado para evaluar el discomfort fue la “Evaluación de Discomfort” o “ED”, la cual consta de un diagrama del cuerpo humano y quince escalas visuales análogas de 100 milímetros (mm), graduadas desde “sin discomfort” hasta “discomfort extremo” [4, 8, 14], correspondientes a quince segmentos corporales específicos. La unidad de medida para cada escala visual análoga es el milímetro.

Los participantes cuantificaron el disconfort al comenzar el experimento (“ED” basal) y luego de cada prueba (“ED” post prueba), lo cual suma tres evaluaciones en total. En cada una de éstas, los participantes sombrearon con un lápiz sólo el(las) área(s) homóloga(s) a las que sintió disconfort en el diagrama del cuerpo humano, para luego marcar en la escala visual análoga correspondiente la cuantificación del disconfort percibido. El investigador leyó las instrucciones en voz alta y aclaró preguntas del participante antes de completar la “ED”.

Una vez obtenidos los resultados de las 3 “ED”, se calculó la diferencia entre cada “ED” post prueba y la “ED” basal para cada segmento corporal (evaluación segmentaria) y para la sumatoria de todos los segmentos corporales (evaluación global).

Productividad

Definida como la velocidad neta de los participantes del estudio durante cada prueba [1, 18]. Su unidad de medida, en este caso, fueron las palabras por minuto (ppm). La velocidad neta es el porcentaje de acierto aplicado a la velocidad bruta. La velocidad bruta son las palabras por minuto a la que ha escrito el texto. El porcentaje de acierto se calcula contando las palabras que se han tecleado correctamente.

El programa utilizado para evaluar la productividad fue “TypingMaster Pro[®] 7.01” [1, 18], el cual al terminar cada prueba entrega el resultado de la velocidad neta.

Procedimiento

Cada participante realizó el experimento en un día. El orden de las pruebas y los textos de cada participante fue aleatorizado. El participante fue pesado y medido de pie sin zapatos. Se situaron los ocho marcadores en los lugares precisados del lado izquierdo del participante. Posteriormente, para minimizar el disconfort producido por el mobiliario, se

acomodó al participante de modo que los antebrazos estén paralelos al suelo y apoyados sobre el escritorio, la angulación de la pantalla fue acomodada según las preferencias del participante. La altura de la silla ajustada a la altura poplítea de cada participante. Sólo cuando fue necesario se hizo uso del apoyo para pies.

Posteriormente se dio inicio a las pruebas de 20 minutos de duración, y 10 minutos de descanso entre pruebas.

Una vez finalizado el experimento se procedió a retirar los marcadores y se hizo entrega de la bonificación de \$1.500 en efectivo, dando por finalizada la sesión.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico para todas las variables de éste estudio consta de la extracción de los valores promedios, mínimos, máximos y desviaciones estándar para ambas condiciones experimentales en el programa "Microsoft Office Excel® 2007", para luego proseguir con un test de hipótesis para el promedio en muestras pareadas entre ambas condiciones experimentales, con significancia estadística definida como $p < 0,05$ (intervalo de confianza del 95%), en el programa de estadística "R®" versión 2.12.0.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Postura Media en el Plano Sagital

El resumen de los resultados de la postura asumida durante la condición experimental n° 1 (sin modificaciones ergonómicas) y condición experimental n° 2 (con modificaciones ergonómicas), extraída del estudio de 225 fotogramas de video en total, se exponen en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen del análisis de la postura asumida en ambas condiciones experimentales.

Sub variable postural	Promedio condición n°1 (°)	Promedio condición n°2 (°)	p
Ángulo de visión	-40,3 (4,72)	-18,58 (3,7)	0,001
Inclinación de cabeza	-4,64 (8,35)	0,02 (8,31)	0,001
Flexión de cuello	61,42 (10,19)	54,96 (8,2)	0,001
Ángulo cráneo-cervical	147,13 (7,44)	146,02 (5,58)	0,022
Ángulo cervico-torácico	113,44 (7,71)	117,02 (7,15)	0,001
Flexión de hombro	20,87 (9,95)	15,77 (11,87)	0,001
Flexión de Codo	94,66 (18,28)	87,58 (20,58)	0,001
Flexo-extensión de muñeca	-11,59 (13,85)	-5,65 (12,12)	0,001
Inclinación de tronco	94,23 (8,47)	96,99 (6,83)	0,001

De forma general podemos observar que en comparación a la condición experimental n° 1, la n° 2 presenta menor: ángulo de visión (21,72°), inclinación de cabeza (4,62°), flexión de cuello (6,46°), ángulo cráneo-cervical (1,11°), flexión de hombro (5,1°), flexión de codo (7,08°), flexo-extensión de muñeca (5,94°). El ángulo cervico-torácico e inclinación de tronco son mayores en la condición experimental n°2 con 3,58° y 2,76° respectivamente. Globalmente, esto se traduce en una postura de cabeza y cuello más erguida, postura de extremidades superiores más neutra y un leve aumento en la inclinación posterior de tronco.

Llama la atención en este estudio que se hayan producido diferencias significativas en todas las sub variables posturales estudiadas, a diferencia de otros estudios similares en los que hubo un menor número de sub variables posturales con diferencias significativas y que, en caso de haberlas, se presentaron principalmente a nivel de cabeza y cuello [10, 12, 14, 15, 17, 19].

Si contrastamos el presente estudio con otros en los que se compara una condición experimental de CP sin modificaciones ergonómicas con otra con una pantalla a mayor altura y teclado externo [10, 14, 17, 19], en éstos también se suele asociar significativamente esta segunda condición a un menor ángulo de visión, inclinación de cabeza y flexión de cuello.

El uso de teclado externo [12] y el cambio de altura de pantalla [15, 16], por si solos, también se han asociado significativamente a cambios posturales mientras se realizan tareas de mecanografía, principalmente de cabeza y cuello, por lo que se podría suponer que, en el presente estudio, tanto el soporte para notebook como el uso de teclado externo tendrían un impacto en la postura de los participantes.

Tanto la flexión de hombro, flexión de codo e inclinación de tronco se mantienen dentro de los rangos recomendados en ambas condiciones experimentales, sin embargo, la condición experimental n° 2 (con modificaciones ergonómicas) presentó menor flexión de hombro, con lo cual este ángulo se acerca a la línea vertical, lo cual disminuiría el riesgo de desarrollo de DME.

Discomfort

El resumen de los resultados de la evaluación segmentaria de discomfort en ambas condiciones experimentales se observa en la Tabla 2.

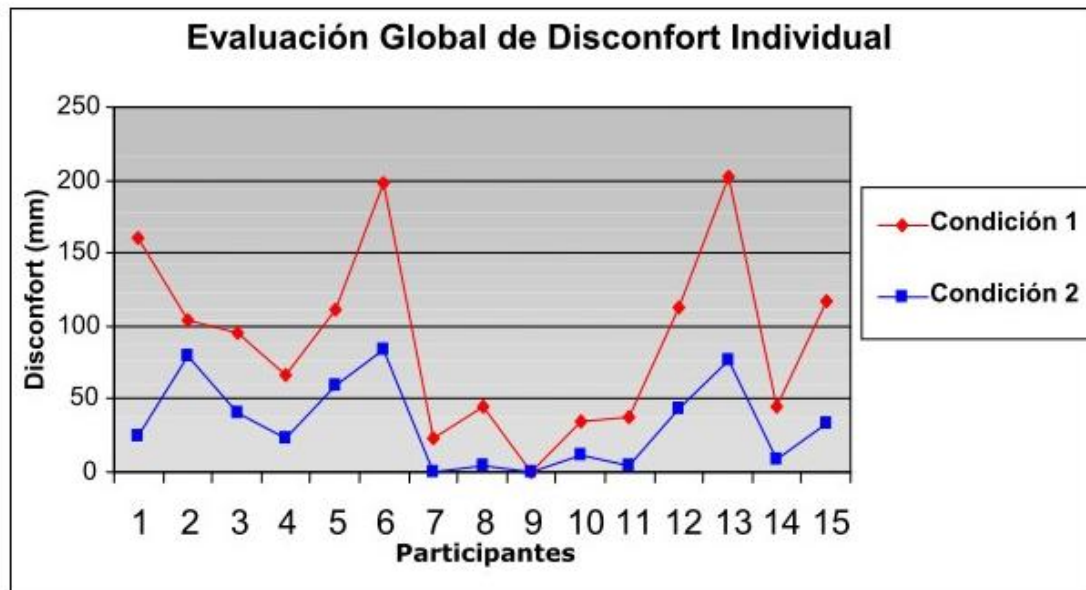
Tabla 2. Resumen del disconfort en ambas condiciones experimentales, valores en mm.

Segmento evaluado	Promedio condición n°1	Promedio condición n°2	p
Cuello	17 (19,93)	12,6 (24,38)	0,001
Zona Torácica	13,67 (16,73)	9,6 (13,98)	0,004
Hombro izquierdo	4,2 (11,16)	0,73 (2,84)	0,125
Hombro derecho	5,85 (11,23)	0,2 (0,77)	0,031
Brazo izquierdo	2,67 (7,52)	2,4 (6,6)	0,743
Brazo derecho	1 (3,87)	0,2 (0,77)	0,573
Codo izquierdo	0,93 (3,61)	2,33 (6,39)	0,723
Codo derecho	1,06 (4,13)	0,13 (0,52)	0,811
Antebrazo izquierdo	6,73 (14,97)	1,6 (3,58)	0,006
Antebrazo derecho	1,07 (4,13)	0,13 (0,51)	0,246
Muñeca izquierda	5,33 (9,39)	1,13 (3,14)	0,004
Muñeca derecha	6,47 (12,26)	0,13 (0,52)	0,002
Mano izquierda	1,2 (4,65)	0,33 (1,29)	0,425
Mano derecha	3,07 (8,17)	1,46 (3,58)	0,725
Zona Lumbar	13,86 (23,2)	0,8 (3,09)	0,033

De la Tabla 2 se extrae que en comparación a la condición experimental n° 1 la n° 2 (con modificaciones ergonómicas) se asocia a menor disconfort en las siguientes regiones corporales: cuello, zona torácica, hombro derecho, antebrazo izquierdo, ambas muñecas y zona lumbar.

Por otro lado, en la Figura 2 se exponen los resultados de la evaluación global de disconfort para individual en cada condición experimental. Luego de aplicar el test de hipótesis para el promedio de disconfort en muestras pareadas se obtiene que existe una diferencia significativa en el disconfort entre ambas

condiciones experimentales (T=12,15; p=0,001).



Al considerar el discomfort de forma global [14], es mucho más evidente que la condición experimental n° 2 se asocia a menor discomfort, por lo que sería recomendable el uso de modificaciones ergonómicas al realizar tareas de mecanografía en CP tipo netbook para disminuir el riesgo de desarrollo de DME de esta muestra.

Productividad

En la Tabla 3 y Figura 3 se observan los resultados de la productividad para todos los individuos (grupal) e individual en cada condición experimental, respectivamente. Luego de aplicar el test de hipótesis para el promedio de productividad en muestras pareadas, se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa de la productividad ($T=-31,93$; $p=0,772$).

Tabla 3. Productividad grupal en cada condición experimental, valores en palabras por minutos (ppm)

Condición experimental	Promedio	Mínimo	Máximo
N° 1	36 (8,09)	19	48
N° 2	36,2 (8,01)	16	48

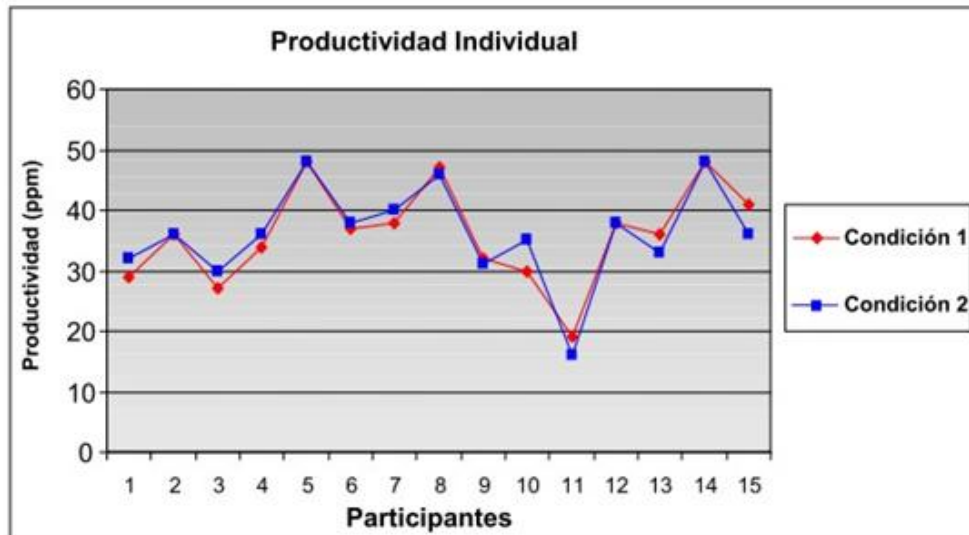


Figura 3. Gráfico de tendencia de productividad individual para cada condición experimental.

En el presente estudio no se evidenciaron diferencias significativas en la productividad, al igual que en Straker L. y cols. (1995) y Sommerich C. y cols. (2002). En este estudio, se podría concluir que el uso de teclado externo y soporte para notebook no afectan a esta variable.

CONCLUSIÓN

Se concluye que el uso de soporte para notebook y teclado externo al ejecutar tareas de mecanografía en CP tipo netbook producen posturas de cabeza y cuello más erguidas, posturas de extremidades superiores más neutras, disminuyendo el disconfort y el riesgo de desarrollar DME, sin producir cambios en la productividad en la muestra que participó en el presente estudio.

REFERENCIAS

1. Baker, N. A., Cham, R., Hale, E., Cook, J., & Redfern, M. S. (2007). Digit kinematics during typing with standard and ergonomic keyboard

configurations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(4), 345-355. doi: 10.1016/j.ergon.2006.12.004

2. Berkhout, A.L., Hendriksson-Larsén, K., & Bongers, P., (2004). The effect of using a laptopstation compared to using a standard laptop PCon the cervical spine torque, perceived strain and productivity. *Applied Ergonomics*, 35, 147-152.

3. De Looze, M., Kuijt-Evers, L., & Van Dieën, J. (2003). Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures. *Ergonomics* 2003; 46: 985 – 997.

4. Ebara, T., Kubo, T., Inoue, T., Murasaki, G., Takeyama, H., Sato, T., Suzumura, H., Niwa, S., Takanishi, T., Tachi, N. & Itani, T. (2008). Effects of Adjustable Sit-stand VDT Workstations on Workers' Musculoskeletal Discomfort, Alertness and Performance. *Industrial Health* 2008; 46: 497–505.

5. Haesman, T., Brooks, A., & Stewart, T., (2000). Health and safety of portable display screen equipment. Health & Safety Executive, United Kingdom. 304/2000.

6. Harris, C., & Straker, L., (2000). Survey of physical ergonomics issues associated with school childrens' use of laptop computers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26, (3), 337-346.

7. 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., (2009). University students' notebook computer use. *Applied Ergonomics*, 40, (3), 404-409.

8. Kelly, G., Dockrell, S., & Galvin, R., (2009). Computer use in school: Its effect on posture and discomfort in schoolchildren. *Work*, 32, 321–328.

9. Nanthavanij, S., Jalil, S., & Ammarapala, V. (2008). Effects of body height, notebook computer size, and workstation height on recommended adjustments for proper work posture when operating a notebook computer. *J. Human Ergol.* 2008; 37: 67 – 81.
10. Saito, S., Miyao, M., Kondo, T., Sakakibara, H., & Toyoshima, H. (1997). Ergonomic evaluation of working posture of VDT operation using personal computer with flat panel display. *Industrial Health*, 35, 264-270.
11. Seghers, J., Jochem, A., & Spaepen, A., (2003). Posture, muscle activity and muscle fatigue in prolonged VDT work at different screen height settings. . *Ergonomics*, 46, 714-730.
12. Sommerich, C.M., Starr, H., Smith, C.A., & Shivers, C., (2002). Effects of notebook computer configuration and task on user biomechanics, productivity, and comfort. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30, (1), 7-31.
13. Sommerich, C.M., Ward, W., Sikdar, K., Payne, J., & Herman, L., (2007). A survey of high school students with ubiquitous access to tablet PCs. *Ergonomics*, 50, (5), 706-727.
14. Straker, L., Jones, K.J., & Miller, J., (1997). A comparison of the postures assumed when using laptop computers and desktop computers. *Applied Ergonomics*, 28, (4), 263-268.
15. Straker, L., Burgess-Limerick, R., Pollock, C., Murray, K., Netto, K., Coleman, J., & Skoss, R. (2008). The impact of computer display height and desk design on 3D posture during information technology work by young adults. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(2), 336-349.
16. Straker, L., Burgess-Limerick, R., Pollock, C., & Maslen, B. (2009). The influence of desk and display design on posture and muscle activity variability whilst performing information technology tasks. *Applied*

Ergonomics, 40(5), 852-859.

17. Szeto, G.P., & Lee, R., (2002). An ergonomic evaluation comparing desktop, notebook, and subnotebook computers. Arch Phys Med Rehabil, 83, 527-532.

18. Szeto G. y Sham K. (2008). The effects of angled positions of computer display screen on muscle activities of the neck–shoulder stabilizers.

International Journal of Industrial Ergonomics 2008; 38: 9–17.

19. Villanueva, M. B., Jonai, H., & Saito, S. (1998). Ergonomic aspects of portable personal computers with flat panel displays (PC-FPDs): evaluation of posture, muscle activities, discomfort and performance. Industrial Health, 36, 282-289.