Estudio Piloto de Medidas Antropométricas de la Mano y Fuerzas de Prensión, Aplicables al Diseño de Herramientas Manuales

PILOT STUDY OF ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS OF THE HAND AND GRIP STRENGTHS, APPLICABLE TO MANUAL TOOL DESIGN

Eduardo Cerda Díaz[1], Nicolás Cubillos Mariángel[2], Óscar Medina Silva[3], Carolina Rodríguez Herrera[4]

1. Kinesiólogo, Máster en Ergonomía, Doctor(c) e Investigador del Laboratorio de Ergonomía, Escuela de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.
2. Licenciado en Kinesiología e Investigador y Colaborador del Laboratorio de Ergonomía, Escuela de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.
3. Investigador y Colaborador del Laboratorio de Ergonomía, Escuela de Kinesiología. Facultad de Medicina. Universidad de Chile.
4. Kinesióloga, Máster en Ergonomía, Doctora(c) e Investigadora del Laboratorio de Ergonomía, Escuela de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este artículo es presentar resultados de un estudio no experimental, descriptivo y transversal: este estudio describe fuerzas de prensión dígito-palmar completa (agarre) y dimensiones antropométricas de mano de una muestra de trabajadores de mantención. Método: Muestra de 36 trabajadores de áreas de mantención, de 3 complejos hospitalarios del sector sur de Santiago y trabajadores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Se evaluó, en cada sujeto, 13 dimensiones antropométricas de mano y fuerzas de prensión máxima en 5 distancias de agarre previamente determinadas. Para la medición de las variables se utiliza cinta métrica de medición y dinamómetro Dynatronics. Resultados: La distancia de agarre de 4,76 cm representa la medida donde se ejecuta la mayor fuerza prensión dígito-palmar completa (posición 2 de dinamómetro Dynatronics). La caracterización de las 13 medidas antropométricas de mano se representa mediante medidas de tendencia central. Conclusión: Los resultados de este estudio constituyen una base preliminar para proveer información relevante respecto a antropometría de mano y fuerzas de prensión dígito-palmar (agarre) para el diseño y selección de herramientas de uso manual, a fin y efecto de obtener sistemas más seguros para las personas y eficientes en la ejecución de tareas específicas.

(Cerda E, Cubillos N, Medina O, Rodríguez C, 2011. Estudio Piloto de Medidas Antropométricas de la Mano y Fuerzas de Prensión, Aplicables al Diseño de Herramientas Manuales. Cienc Trab. Ene-Mar; 13 [39]: 1-5).

Palabras claves: MANO, ANTROPOMETRÍA, FUERZA DE LA MANO, FUERZA MUSCULAR, SALUD LABORAL, TRABAJADORES, ESTUDIOS TRANSVERSALES, EPIDEMIOLOGÍA DESCRIPTIVA, LUGAR DE TRABAJO, CHILE.

ABSTRACT

Objective: The aim of this article is to present results of a non-experimental, descriptive, cross-sectional study. Full digital palmar grip strengths and hand anthropometric measurements of a sample of maintenance personnel are described in this study. Method: Sample is composed of 36 maintenance workers from 3 hospital centers located in the southern part of Santiago and workers from the Medical School of the Universidad de Chile. In each subject, 13 hand anthropometric measurements were taken and then maximum grip strengths in 5 previously determined grip distances were measured. A tape measurer and Dynatronics dynamometer were used for measuring variables. Results: The highest full digital palmar grip strength was registered in a grip distance of 4,76 cm (position 2 of the Dynatronics dynamometer). The 13 hand anthropometric measurements were represented by measures of central tendency. Conclusion: Results of this study constitute a preliminary base to provide significant information regarding hand anthropometry and digital palmar grip strengths for the design and selection of manual tools, thus obtaining more secure and efficient systems for workers in specific tasks.

Key words: HAND ANTHROPOMETRY, HAND TOOL DESIGN, GRIP STRENGTH, OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY.

Correspondencia / *Correspondence:*
Eduardo Cerda Díaz
Laboratorio de Ergonomía, Escuela de Kinesiología,
Facultad de Medicina, Universidad de Chile
Av. Independencia 1027
Santiago, Chile
Tel.-Fax: (56-2) 978 6513 – 978 6520
e-mail: encerda@med.uchile.cl
Recibido: 18 de agosto de 2010 / Aceptado: 25 de febrero 2011

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los trastornos músculo-esqueléticos (TME) de origen laboral son un problema de salud pública a nivel nacional y mundial, pudiendo ocurrir en diferentes segmentos corporales y relacionados al desarrollo de diferentes tareas laborales[1,2]. Éstos no sólo representan un alto costo económico para los trabajadores e instituciones, sino que también para los países. Datos recientes indican que en el año 2009, en Chile se perdieron más de 3 millones de días de trabajo, ya sea por accidentes labo-

rales y/o por enfermedades laborales[3]. Según el departamento de Ergonomía de la Asociación Chilena de Seguridad, las zonas corporales más afectadas por factores laborales corresponden a la espalda y a las extremidades superiores.
En base al conocimiento científico actual, se describe que la causa de los TME se debe en una importante fracción a la incidencia de factores de riesgos en el trabajo y elevados niveles de exposición a los mismos[2]. Estos trastornos en ocasiones se producen porque los trabajadores están siendo exigidos a adaptarse a sus puestos de trabajo, los cuales en variadas ocasiones poseen diseños sin criterios ergonómicos, pudiendo ser: las máquinas, las herramientas, los entornos o los sistemas de trabajo afectos a esta condición, ya sea por falta de recursos, poco asesoramiento especializado y/o desinformación, entre otros[4].
En este contexto, cabe destacar que un importante grupo de oficios y tareas vinculadas requieren la utilización de herramientas de uso manual, siendo éstas la interfaz primaria para operadores que se desempeñan en relevantes rubros tales como: área de mantención, sector industrial, sector de la construcción, sector minero, entre otros. Es importante también considerar que una inadecuada relación persona-herramienta y/o uso inadecuado de la misma puede ser el factor desencadenante de un trastorno músculo-esquelético[5-7].
En este ámbito, Mondelo[8] describe que las causas por las que se pueden producir Trastornos Músculo-esqueléticos a nivel de Extremidad Superior debido al uso de herramientas son:

- La herramienta no es la adecuada para desempeñar una actividad propuesta.
- La herramienta no está proporcionalmente diseñada para ejercer la tarea propuesta.
- La herramienta no fue diseñada para la población específica.

Desde un punto de vista técnico, para el correcto diseño de herramientas en base a una población determinada, debemos necesariamente considerar medidas antropométricas de la mano vinculadas directamente con medidas dimensionales del objeto diseñado. Ocho dimensiones han sido identificadas como fundamentales para el diseño de herramientas; éstas son: longitud de la mano, longitud de la palma, ancho de la mano, ancho máximo de la mano, diámetro de agarre, espesor de la mano, circunferencia de la mano y circunferencia máxima de la mano. Además de éstos autores, como Mondelo (1999)[8], señalan que también deben considerarse la longitud de las falanges para un correcto diseño. Todas estas dimensiones antropométricas influyen directamente en la ejecución de fuerza (agarre) durante la utilización de una herramienta en una tarea específica.
Otro factor que se debe considerar en el diseño de herramientas desde un punto de vista ergonómico es la distancia de prensión, debido a que la variabilidad de ésta producirá cambios en el posicionamiento articular de la muñeca y de la mano, trayendo consigo cambios en la biomecánica del agarre[8,10]. Se describe que la longitud de la mano presenta una relevancia significativa con el agarre: a mayor longitud de la mano se genera un agarre más fuerte; a su vez, un mayor ancho de la mano implica una mayor ventaja mecánica para las tareas de prensión[11]. En ocasiones los criterios y medidas antropométricas utilizados en la construcción de herramientas de uso manual pueden no ser acordes con los requerimientos de la tarea y población objetivo respectivamente, llegando a producir efectos negativos sobre sus operado- res[2,12,13].
En Chile existe una limitación en registros que contengan datos antropométricos a nivel poblacional del segmento mano, así como también de estudios acerca de la distancia de prensión dígito-palmar (agarre) a la cual se ejerce la mayor fuerza en la población chilena. Es por esto que esta investigación plantea realizar un estudio piloto, para estudiar la fuerza desarrollada en una prueba estandarizada de prensión a través de Dinamometría, la distancia de agarre vinculada y la descripción de la antropometría de la mano de los sujetos en estudio.
En este contexto, la finalidad del estudio es desarrollar una investigación en una población de trabajadores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, Hospital Clínico de la Universidad de Chile, Hospital San José y Hospital Roberto del Río, que realizan tareas de mantención de manera específica, a fin de describir el desarrollo de fuerza de prensión dígito-palmar (agarre) en distintas distancias de agarre y dimensiones antropométricas relevantes desde un punto de vista conceptual en el diseño de herramientas manuales.

MÉTODO Y MATERIALES

Población de estudio

La población de estudio comprendió a los trabajadores de mantención de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile (FMUCH), Hospital Clínico de la Universidad de Chile (HCUCH), Complejo Hospitalario San José (CHSJ) (Centro de Diagnóstico y Tratamiento Dra. Eloísa Díaz y Hospital San José) y Hospital Roberto Del Río (HRR) que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión mencionados a continuación.

Criterios de inclusión:

- Trabajadores que pertenezcan al área de mantención de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile y de los 4 hospitales seleccionados.
- Personas que trabajen con herramientas de manipulación manual.
- Sexo masculino.
- Hombres entre los 20 y los 65 años.
- Voluntarios que hayan firmado el consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Personas que presenten una patología funcional o estructural diagnosticada en el segmento a evaluar en los últimos 12 meses.
- Personas que presenten alguna lesión a nivel de la extremidad superior que le impida realizar tareas de prensión al momento de la realización de la prueba.

Muestra

Muestra es de tipo probabilístico, obtenida a través de una selección aleatoria de los sujetos con un error estándar de 0,05 y una confiabilidad del 95%. Consta de un mínimo de 36 funcionarios de edad entre 20 y 65 años y que desempeñan tareas de manipulación manual de herramientas.

Diseño y tipo de investigación

El presente estudio se enmarca dentro de un diseño no experimental, de tipo descriptivo y método transversal.

Protocolo de medición

El presente estudio considera la evaluación de la fuerza máxima

de agarre a través de un dinamómetro hidráulico de mano, evaluación antropométrica de la longitud de mano, longitud palmar, ancho de la mano, ancho máximo de la mano, diámetro de agarre, espesor de la mano, circunferencia de la mano, circunferencia máxima de la mano y longitud de las falanges de los dedos, a través de una medición directa (ver Tabla 1).

Tabla 1.
Definición de medidas antropométricas (Yunis 2005).

1	Longitud máxima de la mano	Medido desde el pliegue más distal y palmar de la muñeca, hasta el extremo distal de la tercera falange.
2	Longitud de la mano o longitud palmar	Desde el pliegue más distal y palmar de la muñeca hasta la línea proyectada desde el pliegue más proximal de la segunda falange.
3	Ancho de la mano	Distancia entre las cabezas del segundo y quinto metacarpiano desde su zona más lateral.
4	Ancho máximo de la mano	Distancia entre la cabeza del quinto metacarpiano por lateral hasta cabeza del primer metacarpiano por lateral.
5	Espesor de la mano	Se mide con la mano desde una proyección lateral y es la distancia que se comprende entre una línea proyectada desde la cabeza del segundo metacarpiano por palmar, hasta una línea proyectada del segundo metacarpiano por dorsal.
6	Diámetro de agarre	Se toma el diámetro máximo de agarre solicitado en una estructura cónica entre la primera y tercera falange.
7	Circunferencia máxima de la mano	Se registra rodeando la muñeca en torno a la cabeza del primer metacarpiano pasando por la eminencia hipotenar.
8	Circunferencia de la mano	Se registra rodeando la mano a modo de perímetro pasando por la cabeza del quinto metacarpiano, siendo como punto de partida y término algún punto en la cabeza del segundo metacarpiano.
9	Longitud de las falanges	Se miden por la cara dorsal de la mano con las falanges flexionadas en 90° y se mide la distancia entre la cabeza del metacarpiano correspondiente y el extremo de la misma falange.

Los materiales utilizados para el protocolo de medición fueron los siguientes: dinamómetro hidráulico de mano marca Dynatronics, para la medición de fuerza de prensión dígito-palmar completa (agarre) y cinta métrica flexible, para la medición de las dimensiones antropométricas y balanza para la medición del peso corporal. El manejo de estos implementos y el registro de los valores fueron realizados siempre por el mismo evaluador para cada ítem.

Se le explicó a la persona a evaluar las razones y el propósito del estudio y las mediciones realizadas, que incluyó el registro de la fuerza de agarre y la medición de los parámetros antropométricos de la mano ya señalados. Posteriormente se le solicitó que firmase la carta de consentimiento informado.

Luego se procedió a la medición de fuerza de agarre: la evaluación dinamométrica consistió en pedirle a la persona a evaluar realizar 2 prensiones con su mano dominante en cada una de las 5 diferentes medidas (1 3/8, 1 7/8, 2 3/8, 2 7/8, 3 3/8 pulgadas equivalentes a 3,49, 4,76, 6,03, 7,30 y 8,57 centímetros respectivamente) que permite el dinamómetro hidráulico de mano Dynatronics. La postura de protocolo para evaluación es en posición bípeda con flexión de codo en 90 grados con brazo adosado al tronco y articulación de muñeca sin desviación ulnar ni radial. Estas prensiones se solicitaron a través de un esfuerzo máximo mediante orden verbal (siempre por el mismo evaluador), con periodos de descanso de 2 minutos entre cada prensión, registrándose la mejor.

Luego se llevó a cabo la medición de las dimensiones antropométricas descrita previamente a través de cinta métrica flexible (ver Tabla 1) y control del peso corporal. En este caso las mediciones y recolección de datos fueron realizadas siempre por el mismo evaluador. Todos los datos recopilados fueron registrados en una ficha individual para luego realizar un análisis mediante estadística descriptiva (Sistema SPSS 19 Statistics) considerando media, desviación estándar, distribución de frecuencia y máximos/mínimos registrados.

RESULTADOS

Se caracterizan el desarrollo de fuerzas de prensión dígito-palmar (absoluta y relativa) en base a medidas de tendencia central y variabilidad, considerando: media, desviación estándar, mínima y máxima (ver Tabla 2 y 3). A su vez, se caracteriza el desarrollo de fuerzas de prensión dígito-palmar completa de la muestra en estudio mediante la distribución de frecuencia de presentación en las cinco diferentes posiciones evaluadas acerca de la distancia de agarre (ver Tabla 5). Por último, se caracterizan las medidas antropométricas de las variables descritas en la Tabla 1, mediante media, desviaciones estándar, máximos y mínimos (ver Tabla 4).

Tabla 2.
Caracterización de la fuerza máxima absoluta ejercida en cinco diferentes distancias de agarre en la población de funcionarios de mantención de HCUCH, CHSJ, HRR y FMUCH.

Distancia de agarre (cm)	Fuerza de Agarre (kgF)			
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
3,49	32,3	6,3	16	44
4,76	45,9	9,0	26	62
6,03	44,1	8,4	23	59
7,30	39,0	7,9	20	54
8,57	35,0	6,5	16	46

Tabla 3.
Caracterización de la fuerza máxima relativa a la masa corporal, ejercida en cinco distintas distancias de agarre en la muestra de trabajadores de mantención de HCUCH, CHSJ, HRR y FMUCH.

Distancia de agarre (cm)	Fuerza de Agarre (kgF)			
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
3,49	0,40	0,09	0,18	0,63
4,76	0,58	0.13	0,28	0,85
6,03	0,55	0,11	0,24	0,79
7,30	0,49	0,11	0,21	0,75
8,57	0,44	0,09	0,17	0,69

Los resultados se expresan en relación a las dimensiones antropométricas consideradas en la literatura como importantes para el correcto diseño de la herramienta y sus medidas de tendencia central y variabilidad.

Tabla 4.
Caracterización dimensiones antropométricas de mano de la población de funcionarios de mantención de HCUCH HRR CMSJ y FMUCH.

Dimensiones antropométricas de la mano	Media de las dimensiones antropométricas de mano (cm)	Desviación estándar	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
LM	10,43	0,71	9,1	12
LMM	18,83	1,00	17,1	21,1
AM	8,53	0,56	7,0	9,8
AMM	10,55	1,29	8,8	16,5
DA	14,97	1,09	12,3	17,0
EM	2,80	0,33	2,0	4,0
CM	20,53	1,21	17,8	23,5
CMM	25,10	1,32	22,1	27,7
LF1	6,47	0,52	5,2	7,4
LF2	9,51	0,62	8,4	11,0
LF3	10,68	0,65	9,4	12,0
LF4	10,12	0,75	8,4	11,8
LF5	7,88	0,62	6,3	9,3

LM: Largo de mano, **LMM:** Largo máximo, **AM:** Ancho de la mano, **AMM:** Ancho máximo de mano, **DA:** Diámetro de agarre, **EM:** Espesor de la mano, **CM:** Circunferencia de mano, **CMM:** Circunferencia máxima de mano, **LF1:** Longitud máxima de primera falange, **LF2:** Longitud máxima de segunda falange, **LF3:** Longitud máxima de tercera falange, **LF4:** Longitud máxima de cuarta falange, **LF5:** Longitud máxima de quinta falange. Todas las medidas están expresadas en cm.

En la Tabla 5 se describe que la distancia donde la muestra realizó una mayor fuerza de prensión dígito-palmar completa o fuerza de agarre corresponde a la distancia 2 (4,76 cm) evidenciado al observar que 26 sujetos ejercieron la mayor fuerza en la distancia de agarre número 2 y 10 sujetos en la distancia número 3, de un total de 36 sujetos estudiados. Por otra parte, la prueba estadística T para muestras relacionadas arrojó que la diferencia entre la fuerza ejercida en la distancia de agarre 2 y 3 es significativa ($p < 0,05$).

Tabla 5.
Distribución de la frecuencia de la posición del dinamómetro en la que los sujetos lograron realizar su fuerza máxima mediante prensión dígito-palmar completa.

Posición en la que se obtuvo el valor máximo de la fuerza realizada	N° de Sujetos
En distancia 1 (3,49 cm)	0
En distancia 2 (4,76 cm)	26
En distancia 3 (6,03cm)	10
En distancia 4 (7,30 cm)	0
En distancia 5 (8,57cm)	0
TOTAL	36

DISCUSIÓN

Con respecto a la ejecución de la fuerza de agarre en distintas distancias, podemos señalar que la distancia en la cual la muestra estudiada ejecutó la mayor fuerza correspondió a la distancia de agarre 2, equivalente a un diámetro de 4,76 cm; por lo cual pareciera ser que la distancia en la cual la población de funcionarios de mantención de los centros de salud estudiados lograría su mayor eficiencia biomecánica al realizar sus actividades laborales sería con herramientas cuyo mango tuviera un diámetro del orden de los 4,76 cm.

La descripción de ejecución de fuerzas y datos antropométricos constituye una importante base para potenciar las líneas de estudio vinculadas con la construcción de herramientas de uso manual ergonómicas para la población chilena, área poco investigada en Chile, a pesar de ser de gran importancia y utilidad para el bienestar y la prevención de los TME de extremidad superior de origen laboral.

Según la literatura científica, existen diversos factores de riesgo asociados a la manifestación de TME laborales, dentro de los cuales se destacan el inadecuado diseño y, por consiguiente, incorrecta construcción de herramientas para una población específica, lo cual, en el caso de las herramientas de uso manual, se traduce en una menor eficiencia biomecánica de la muñeca y mano al momento de ejecutar determinadas tareas[4]. Esto ha llevado a este estudio piloto investigar las dimensiones antropométricas de la población en estudio considerando las 9 dimensiones de la mano más importantes al momento de diseñar una herramienta de uso manual según la literatura científica[14-16]. Según Shu-Wen Wu y colaboradores, la longitud de la palma presenta una relevancia significativa con el agarre, señalando que a mayor longitud de la palma se genera un agarre más fuerte[17].

Al analizar las 9 dimensiones antropométricas y fuerzas desarrolladas en la muestra de estudio, en contraste con lo señalado por Yunis[17], se determinó sólo 4 dimensiones (el largo de la mano, largo máximo de la mano, diámetro de agarre y espesor de la mano) como influyentes en la ejecución de la fuerza de prensión dígito-palmar completa, en la distancia de agarre en que la población de esta investigación logró la fuerza máxima representadas por un $p < 0,05$ (Pearson). La dimensión que presenta una significancia mayor (determinada a través de regresión lineal) es el largo de la mano ($p < 0,05$), corroborando lo concluido por Shu-Wen Wu[17].

Por otro lado, al analizar la distribución de las dimensiones antropométricas en la muestra estudiada, se determinó que las variaciones de estos valores, en relación a la media, en cada una de estas dimensiones no son significativas, por lo que pareciera ser que la población tiene una distribución bastante homogénea en relación a la antropometría de la mano.

Esta investigación se plantea para colaborar en el desarrollo de nuevas tecnologías y para el mejoramiento de las acciones de prevención de trastornos músculo-esqueléticos en tareas que involucren la utilización de herramientas manuales. Contribuyendo a la integración multidisciplinar (Kinesiología, Ingeniería, Diseño y Salud Ocupacional) en Investigación en el ámbito de la Ergonomía aplicada, considerando el Estudio del Movimiento Humano, Antropometría y Biomecánica.

REFERENCIAS

1. Monssink J. Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo. Serie protección de la salud de los trabajadores N° 5 [en línea]. Ginebra: OMS. 2004 Disponible en: http://www.who.int/occupational_health/publications/en/pwh5sp.pdf. [Consultado en febrero 2008].
2. Punnet L, Wegman D. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. J Electromyogr Kinesiol. 2004; 14(1): 13-23.
3. Guzmán L. Accidentes laborales en Chile: 3 millones de días perdidos. Cien Trab [en línea]. 2006 [consultado en marzo de 2009]; 19: 20-24. Disponible en: http://www.cienciaytrabajo.cl/pdfs/19/pagina%20A20.pdf.
4. Chile. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Salud 2008 [en línea]. Santiago, MINSAL; 2008. Disponible en: http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-95958_archivo_fuente.pdf [Consultado en marzo de 2009].
5. Buckle P. Ergonomics and musculoskeletal disorders: overview. Occup Med 2005; 55: 164-167.
6. Kadefors R, Areskoug A, Dahlman S, Kilbom A, Sperling L,Wikstrom L, et al. An approach to ergonomics evaluation of hand tools. Appl Ergon 1993; 24 (3): 203-211.
7. Kapandji IA. Cuadernos de fisiología articular. 4ª ed. Barcelona: Toray-Masson. 1982.
8. Kumar S. Biomechanics in ergonomics. 1ª ed. London: Taylor & Francis. 1999.
9. Miralles R, Miralles I. Biomecánica clínica de los tejidos y articulaciones del aparato locomotor. 2ª ed. Barcelona: Masson. 2005.
10. Mondelo P, Gregori E, Barrau, P. Ergonomía 1: fundamentos. 3ª ed. Barcelona: Edicions Universitat Politècnica de Catalunya. 1999.
11. Nicolay C, Walker A. Grip strength and endurance: influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. Int J Ind Ergon 2005; 35(7): 605-618.
12. Occhipinti E. OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limb. Ergonomics 1998; 41: 1290-1311.
13. Pheasant S, Haslegrave C. Bodyspace: anthropometry, ergonomics and the design of work. 3a ed. London: Taylor & Francis. 2006.
14. Wu SW, Wu SF, Liang HW, Wu ZT, Huang S. Measuring factors affecting grip strength in a Taiwan Chinese population and a comparison with consolidated norms. Appl Ergon 2009; 40(4): 811-815.
15. Visser B, Van Dieen J. Pathophysiology of upper extremity muscle disorders. J Electromyogr Kinesiol 2006; 16: 1-16.
16. Winston L, Narayan C. Design and sizing of ergonomic handles for hand tools. Appl Ergon 1993; 24(5): 351-356.
17. Yunis M. Anthropometric characteristics of the hand based on laterality and sex among Jordanian. Int J Ind Ergon 2005; 35(8): 747-754.