

# CORRELACIÓN DE FUERZA MÁXIMA DE PRENSIÓN DE LA MANO CON MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN UNA MUESTRA DE MEXICANOS ADULTOS SANOS

Vargas Ornelas, Cristina Edith<sup>1</sup>  
titi\_edith@hotmail.com

Salinas López, Iris Nabile<sup>1</sup>  
irissalinas32@hotmail.com

Aveytia Bañuelos, Cesar<sup>1</sup>  
sapote08@hotmail.com

Ibarra Mejía, Gabriel<sup>1</sup>  
gabriel.ibarra@uacj.mx

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
Instituto de Ingeniería y Tecnología  
Ingeniería Industrial y de Sistemas  
Avenida del Charro 450 Norte  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México  
+52 (656) 688-4843 ext. 5432

## RESUMEN

**Introducción:** Existen estudios relacionados con la determinación de la fuerza máxima de prensión en diferentes rangos etarios y poblaciones, sin embargo, en México no existe un estudio que señale qué factores se asocian directamente con la fuerza de prensión en la mano. **Objetivo:** El objetivo de este estudio es identificar en una muestra de adultos sanos, qué factores antropométricos influyen en la aplicación de fuerza máxima de agarre de la mano. **Delimitación:** El estudio comprende una muestra de sujetos disponibles sanos de ambos sexos, residentes de Ciudad Juárez, Chihuahua, entre las edades de 18 a 30 años de edad, realizado durante los meses de Octubre a Diciembre del 2009. **Metodología:** Sesenta participantes (30 hombres y 30 mujeres) que cumplieron con los criterios de inclusión fueron reclutados para participar voluntariamente en el estudio. Los objetivos y metodología del estudio fueron previamente explicados a cada participante, habiendo firmado cada uno de ellos el respectivo consentimiento informado. A través de un cuestionario, se obtuvo información personal para identificación demográfica, antropométrica y de miembro dominante. La información antropométrica recabada incluyó mediciones de talla, peso, cálculo de índice de masa corporal, ancho y longitud de la mano, diámetro de agarre y medición de fuerza de agarre máxima en la mano dominante. Se calculó la existencia de correlación entre cada una de las variables antropométricas con la fuerza máxima ejercida mediante una correlación de Pearson, con un nivel de confianza del 95%. **Resultados:** Los resultados arrojaron que los factores que presentan una correlación positiva con la fuerza de

presión son el peso (0.523), talla (0.747), longitud (0.753), y ancho de la mano (0.745). **Conclusión:** Se concluye que existen factores antropométricos que se correlacionan con la capacidad de ejercer una fuerza máxima en postura de agarre de la mano. Se requiere incrementar el tamaño de la muestra y determinar el efecto entre variables.

**Palabras Clave:** Fuerza, correlación, factores antropométricos

## ABSTRACT

**Introduction:** There are studies that address the determination of maximal hand grip strength by different age groups and populations, however in México there is a lack of study on the factors directly associated with hand grip strength. **Objective:** The objective of this study is to identify which anthropometric factors influence the capability to apply maximal hand grip strength in a population of young healthy Mexican adults. **Delimitation:** The study is limited to a convenience sample of healthy adults from both sexes, between de ages of 18 and 30 year-of-age, residing in Ciudad Juarez, Chihuahua, during the months of October to November of 2009. **Methodology:** Sixty participants (30 male and 30 female) that fulfilled the inclusion criteria were recruited to voluntarily participate in the study. Objectives and methodology were first explained to each participant. All read and signed an informed consent prior to conducting any measurement. Using a questionnaire, personal identification and demographic information was gathered along with handedness. Anthropometric measurements of height, weight, hand length and width, grip circumference, and maximal hand grip strength were taken for every participant. Body Mass Index was calculated using height and weight measurements. Pearson's correlation was calculated for each of the anthropometric variables and maximal grip strength, to a confidence level of 95%. **Results:** Results show that the factors that show a correlation with the grip force are weight (0.523), height (0.747), length (0.753) and width of the hand (0.745). **Conclusion:** There are anthropometric factors that influence a Pearson's capacity to apply maximal hand grip force. A larger sample is needed to determine the effect of the variables.

**Keywords:** Strength, correlation, anthropometric factors

## 1. INTRODUCCIÓN

En México no existen estudios en los que se tengan establecidos los factores que más influyen para ejercer una máxima fuerza de presión de la mano. Es necesario determinarlos para diseñar herramientas y estaciones de trabajo óptimas de acuerdo a las características antropométricas de la población mexicana. La funcionalidad de la mano se basa en su capacidad de presión combinada con su capacidad de transmitir y recibir información (Mahn y cols., 2005). La mano forma parte de la extremidad superior del cuerpo, convirtiéndola en una herramienta imprescindible para desarrollar tareas que requieran mover o levantar objetos aplicando cierta fuerza muscular. La fuerza de presión puede definirse como la capacidad cuantificable para ejercer una presión con la mano y con los dedos, y que puede ser medida en valores absolutos por el uso de un dinamómetro hidráulico manual.

Muñoz et al (2009) citando a Batti'e MC y cols. (1989) menciona que actualmente, al momento de limitar la fuerza a emplear en las operaciones laborales se utilizan criterios establecidos en trabajadores centroeuropeos o en población estadounidense que debido a ser de diferentes características antropométricas, desarrollan una fuerza muscular diferente a los individuos de la población latina, y por tal motivo, se incrementan los riesgos de aparición de lesiones musculoesqueléticas.

La evaluación de la capacidad para aplicar fuerza tiene su implicación en la cuantificación de la capacidad y evaluación del riesgo de carga muscular en los trabajadores durante el desempeño de sus tareas de trabajo, en donde como regla general, el diseño no debe permitir que la demanda muscular exija la aplicación de esfuerzo durante períodos prolongados para evitar la fatiga. Aún más, es conocido que los esfuerzos musculares que van más allá de la capacidad de los trabajadores son considerados como un factor de riesgo para las lesiones musculo esqueléticas. En este aspecto, el diseño de estas tareas deberá mantener considerar siempre las diferentes capacidades entre los rangos de edades, fuerza, labilidad a la fatiga, resistencia, y recuperación (Yassierli, 2008a).

En ergonomía, existen tres tipos diferentes de carga muscular a considerar de importancia en el diseño de tareas: en pico, promedio, y estática. Por tal motivo, varios autores han emitido recomendaciones para el diseño de tareas, tales como para el esfuerzo intermitente para levantar, en donde un nivel de 30% de la MVC parece ser el límite más adecuado cuando el tiempo de duración de la tarea es hasta de una hora (Yassierly, 2008b). Sin embargo, el riesgo no solo está presente cuando la tarea involucra grandes esfuerzos de grupos musculares en forma intermitente. Las tareas en donde la aplicación de esfuerzo pudiera considerarse bajo pero sostenido, o comúnmente conocidas como "trabajo estático", se consideran también como un factor de riesgo para las lesiones musculo-esqueléticas.

En 1978, Jonsson (1978) publicó las guías a considerar durante el diseño de trabajos continuos, en donde la recomendación para cargas musculares en pico no debería exceder el 50-70% de la Contracción Voluntaria Máxima (MVC, por sus siglas en Inglés de Maximum Voluntary Contraction), la carga muscular promedio no excedería del 10-14% de MVC, y la carga muscular "estática" no debería exceder del 2-5% de la MVC. La implicación de estas recomendaciones en el diseño de tareas se basa en la sugerencia de que un esfuerzo muscular mayor al 60% de la MVC interrumpe casi completamente el flujo sanguíneo al músculo; en esfuerzos de entre el 15 al 20%, aunque el flujo sanguíneo se mantiene cercano al normalmente requerido, este se asocia aun a la presencia de dolor, mientras que la aplicación de esfuerzo muscular igual o menor al 8% puede permitir la aplicación de esfuerzo en forma indefinida.

Existen estudios a nivel internacional en los que se ha determinado la fuerza máxima de prensión al utilizar el dinamómetro Jamar®. Armstrong (2002), en su investigación encontró que la fuerza de prensión promedio en la población anglosajona para mujeres es de  $55 \pm 11$  libras y para hombres es de  $100 \pm 15$  libras (promedio  $\pm$  desviación estándar). Además menciona que los factores importantes que afectan a la fuerza son postura, género, mano dominante y no dominante, edad, condición física y fatiga.

Bohannon y cols. (2006) realizaron un estudio para consolidar los resultados de investigaciones que presentan valores promedio para la fuerza de prensión obtenida con el dinamómetro Jamar conforme a las recomendaciones de la Sociedad Americana de Terapeutas de la Mano. En Finlandia, determinaron que existía variación en la fuerza de prensión de acuerdo al nivel de abertura del dinamómetro Jamar, demostraron que hombres y mujeres presentaron mayor fuerza en la posición tres, excepto mujeres arriba de 50 años. (Haarkönen y cols., 1993). Un estudio similar en la población chilena encontró que existe relación entre el largo y ancho de la mano, y la fuerza de ambas manos para ambos sexos; se elaboraron tablas que contienen valores promedio de fuerza de prensión para la población estudiada. (Mahn y cols., 2005).

A nivel nacional, existe solo un estudio relacionado con la fuerza de prensión. En el caso de México, existe un estudio en Sonora realizado por Muñoz y cols. (2009) donde se determina cuál es la fuerza máxima de prensión con y sin guantes. Se determinó que el nivel ideal para hacer la medición es el nivel dos. El estudio arrojó que no existe variabilidad al momento de aplicar una fuerza cuando se usan o no guantes.

Existen estudios que señalan cuáles son los factores que se relacionan directamente con la fuerza de prensión de la mano en diferentes países. En China, Chong y cols. (1994) observaron que existe una correlación entre la fuerza de prensión de la mano y factores antropométricos como género, peso, altura y circunferencia del antebrazo. Mientras que en la región del Cáucaso, Günther y cols. (2008) realizaron un estudio sobre la fuerza de prensión de la mano en adultos sanos para analizar los posibles factores de influencia encontrando que, la longitud y ancho de la mano, circunferencia del antebrazo, altura y peso mostraron una correlación positiva con la fuerza de prensión de la mano. Sin embargo, el índice de masa corporal, tipo de trabajo, y la dominancia manual mostraron sólo una correlación parcial positiva o ninguna correlación con la fuerza de prensión. Recientemente, Wu SW y cols. (2009) investigaron algunos factores que explican la fuerza de prensión como el género, edad, largo de la mano, posición de agarre y diámetro de cono. Determinaron a través de un análisis de varianza que los factores que afectan en la fuerza de prensión de la mano en la población de Taiwán son el género, edad y longitud de la mano.

Sin embargo, las características antropométricas de la población varían por país y región, incluso con grandes variaciones dentro de una misma ciudad, por lo que es necesario realizar un estudio de acuerdo a las características de nuestra región. El objetivo de este estudio es identificar en una muestra de adultos sanos de Ciudad Juárez, qué factores antropométricos influyen en la aplicación de la fuerza máxima de prensión de la mano.

## **2. METODOLOGÍA**

Se reclutó una muestra de conveniencia de sesenta participantes voluntarios (30 hombres y 30 mujeres) que cumplieron con los criterios de inclusión, todos pertenecientes a la población estudiantil del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Los participantes debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión: edad entre 18 a 30 años, sin distinción de sexo, no presentar antecedentes de lesiones en

las extremidades superiores, enfermedades musculoesqueléticas, malformaciones congénitas, diabetes, hipertensión o epilepsia.

Se elaboró una encuesta para recopilar información sobre edad, sexo, talla, peso, índice de masa corporal, longitud y ancho de la mano, diámetro de cono, y fuerza de prensión en mano dominante (MD). Para medir la fuerza de prensión de la mano se utilizó un dinamómetro hidráulico Jamar® en los niveles de abertura de 1 7/8" y 2 3/8". Para obtener la somatometría del individuo se utilizó una báscula Healthometer 400KL con capacidad de 160 Kg y estadímetro profesional con una longitud de 198 cm. También fue requerido un antropómetro para medir la longitud y ancho de la mano dominante, así como un cono de empuñadura para medir el diámetro circular de agarre.

Todas las encuestas y mediciones de los participantes se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Ergonomía del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Cada participante leyó y firmó una carta de consentimiento previa a cualquier medición. Una vez firmada la carta de consentimiento, a cada participante le fueron explicados los objetivos, metodología, riesgos y beneficios del estudio, para posteriormente proceder al registro de datos personales (edad, sexo, mano dominante y no dominante). El siguiente paso fue registrar las variables antropométricas de acuerdo a la siguiente técnica:

**Peso y talla.** El peso de cada participante fue medido con la menor cantidad de ropa posible, verificando excesos que pudieran sobreestimar la medición. El voluntario se mantuvo de frente a la báscula, erguido con hombros relajados, brazos a los lados y holgados, piernas estiradas, talones juntos y puntas ligeramente separadas. Se realiza la lectura de la medición del peso en kilogramos y se registra la talla en metros.

**Largo y ancho de la mano.** La mano debía estar en posición supina y el dedo pulgar hacia el lado externo. Se realizaron tres mediciones, registrando la más alta de dichas lecturas. La técnica de medición puede observarse en las Figuras 1 y 2.

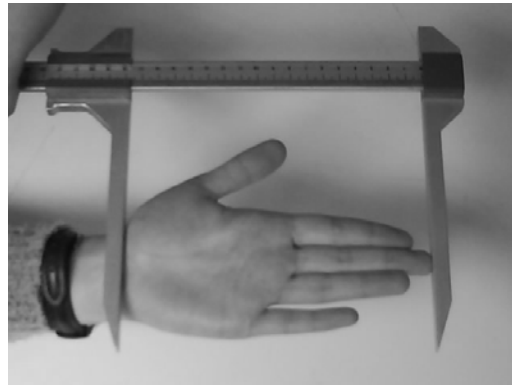
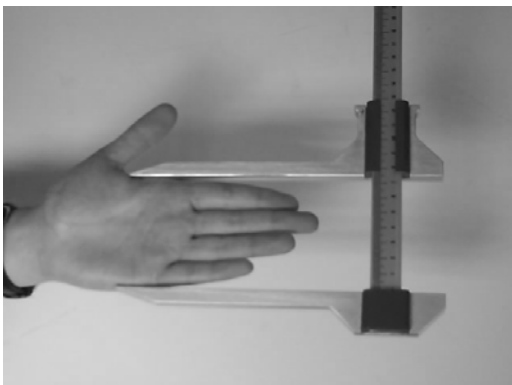


Figura 1. Medición de anchura de la mano

Figura 2. Medición de longitud de la mano

Diámetro circular de agarre. Se pidió al sujeto unir su pulgar y dedo medio y recorrer el cono hasta encontrar el diámetro que le permitió mantener los dedos juntos, con suavidad.



Figura 3. Medición del diámetro circular de agarre

Posteriormente, se midió la fuerza de prensión de la mano dominante, de acuerdo a la siguiente técnica, de acuerdo a Mathiowetz y cols. (1990):

- a) Sujeto de pie confortablemente, hombros aducidos y sin rotación, codo flexionado en  $90^{\circ}$ , antebrazo y muñeca en posición neutra.
- b) Sostener el dinamómetro en el nivel indicado con la mano dominante.
- c) Ejercer la fuerza de agarre gradualmente durante cinco segundos.
- d) Descansar por un minuto considerando la fatiga muscular presentada.
- e) Continuar con el mismo procedimiento en el siguiente nivel de abertura.

Se elaboró una base datos que contenía los registros de las mediciones utilizando el software Microsoft Excel®. Para obtener las características de la población y las variables determinadas, se utilizó estadística descriptiva calculando medidas de tendencia central para las variables continuas así como frecuencias y porcentajes para las variables de tipo nominal y categórico. Posteriormente, se calculó la relación entre cada uno de los factores antropométricos con la fuerza máxima ejercida mediante la correlación de Pearson, con un nivel de confianza del 95%, utilizando el software Minitab®.

### 3. RESULTADOS

Se reclutaron un total de 60 participantes voluntarios, de los cuales 30 pertenecían al sexo femenino y 30 al masculino. Las características demográficas y antropométricas de la población muestreada se observan en la Tabla 1. El índice de masa corporal (IMC) indica que no existen tendencias de obesidad en la población muestreada y respecto a la edad, predominaron los 22 años. En relación al miembro dominante, se observó que el 96% de los hombres y 86% de mujeres eran diestros.

Tabla 1. Características demográficas y antropométricas de la población de estudio.

Factores	Hombres (n=30)	Mujeres (n=30)	Total (n=60)
	( $\bar{x} \pm \sigma$ )	( $\bar{x} \pm \sigma$ )	( $\bar{x} \pm \sigma$ )
Edad	22.73±3.26	22.00±2.62	22.36±2.96
Peso (kg)	77.54±14.25	60.21±13.62	68.93±16.38
Talla (cm)	175.60±5.83	162.03±6.46	168.82±9.16
IMC	25.16±4.33	22.77±4.09	23.97±4.34
Diámetro circular de agarre (cm)	5.09±0.23	4.79±0.30	4.94±0.31
Longitud de Mano Dominante (cm)	19.23±0.67	17.44±0.89	18.33±1.19
Ancho de Mano Dominante (cm)	8.62±0.58	7.48±0.48	8.04±0.78

Los resultados de la fuerza de presión ejercida en la mano dominante para ambos sexos utilizando un dinamómetro hidráulico Jamar®, en los niveles dos y tres con una abertura de 1 7/8" y 2 3/8" respectivamente, arrojaron que el promedio y la desviación estándar de la fuerza de presión de la mano dominante para la población muestreada en la abertura 1 7/8" fue  $32.17 \pm 10.88$  kg, mientras que en la abertura 2 3/8" fue  $32.63 \pm 11.80$  kg.

En base a los resultados obtenidos, se calculó la relación de cada uno de los factores antropométricos con la fuerza de presión ejercida en ambos niveles mediante una correlación de Pearson con un nivel de confianza del 95%, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2. Correlación de Pearson en nivel 2 y 3 de abertura de dinamómetro en una muestra de 60 sujetos

Factores	Nivel 2 (1 7/8')		Nivel 3 (2 3/8')	
	Correlación (r)	P	Correlación (r)	P
Edad	0.277	<b>0.032</b>	0.191	0.145
Peso (kg)	0.503	<b>0.001</b>	0.523	<b>0.001</b>
Talla (cm)	0.681	<b>0.001</b>	0.747	<b>0.001</b>
IMC	0.275	<b>0.034</b>	0.262	<b>0.043</b>
Cono (cm)	0.39	<b>0.002</b>	0.533	<b>0.001</b>
Longitud de Mano Dominante (cm)	0.686	<b>0.001</b>	0.753	<b>0.001</b>
Ancho de Mano Dominante (cm)	0.713	<b>0.001</b>	0.745	<b>0.001</b>

De acuerdo a la Tabla 2, los factores que presentan una correlación significativa con la fuerza de prensión son el peso, talla, longitud y ancho de la mano, entre mayor sea la dimensión de la medición, mayor fuerza de prensión ejercida. Sin embargo, a pesar de su significancia estadística, el peso se considera una correlación débil.

#### **4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

El presente estudio fue realizado en una muestra de la población de Ciudad Juárez, Chihuahua de 30 hombres y 30 mujeres durante los meses de Octubre a Diciembre del 2009, donde se concluyó que los factores antropométricos que influyen en la fuerza de prensión de la mano son el peso, talla, longitud y ancho de la mano, aunque el peso tiene una correlación positiva débil.

En el estudio se utilizó la técnica de medición de la ASHT (The American Society of Hand Therapists) que recomienda utilizar un dinamómetro Jamar® en el segundo nivel de abertura para obtener la mayor fuerza de prensión de la mano. Esta técnica ha sido utilizada por Bohannon y cols. (2006) en un estudio donde se obtuvieron valores de referencia para la fuerza máxima de prensión de la mano en la población estadounidense. Wu SW y cols. (2009) utilizaron esta misma técnica de medición para la población de Taiwán.

No existen estudios en México que determinen los factores antropométricos que influyen directamente en la fuerza de prensión de la mano. Sin embargo, comparamos nuestros resultados con algunos estudios de otras poblaciones que hacen referencia a ciertos factores que mostraron mayor influencia al momento de aplicar una fuerza de prensión. Mahn y cols. (2005) evaluaron la fuerza de prensión en sujetos mayores de 20 años, en la población chilena, donde demostraron que existe una correlación directa entre el largo de la mano y la fuerza de puño en un rango de edad de 20 a 25 años. En nuestro estudio manejamos una muestra de 18 a 30 años, en donde la mayoría de los sujetos se concentraron en el mismo rango de edad, por consiguiente, ambos estudios concuerdan en la relación directa de ambos factores.

En un estudio realizado en la región del Cáucaso, Günther y cols. (2008) confirmaron que existe una relación entre la fuerza de prensión de la mano y factores antropométricos de la población tales como el largo y ancho de la mano, circunferencia del antebrazo, peso y altura. Sin embargo demuestran, que dichas correlaciones son débiles. Wu SW y cols. (2009) llevaron a cabo un estudio en la población taiwanesa para determinar los factores antropométricos que afectan a la fuerza de prensión de la mano donde confirman que en efecto, existe una correlación positiva con la longitud de la palma de la mano, género y edad.

En nuestro caso, los factores antropométricos que presentan una correlación positiva en la fuerza de prensión de la mano son la talla, longitud y ancho de la mano, mientras que el peso muestra una correlación débil, al igual que Günther y cols. (2008).

Entre las limitantes del estudio se encuentra el tamaño de la muestra, ya que por motivos de tiempo sólo se pudieron medir a 60 sujetos, por lo cual al momento de llevar a cabo las correlaciones por género éstas muestran que existe una correlación muy baja en



comparación con la correlación realizada de la muestra general, que demuestra que existe una correlación muy alta entre el peso, talla, longitud y ancho de la mano, y la fuerza de prensión. Además, debemos considerar un rango etario más amplio para determinar si de acuerdo a la edad de la población los factores antropométricos que influyen en la fuerza de prensión siguen siendo los mismos.

Por tal motivo consideramos que es necesario en un futuro realizar un estudio que incluya un mayor tamaño de muestra con el fin de obtener resultados más precisos. Cabe mencionar, que este es el primer estudio realizado en Cd. Juárez en donde se trata de determinar qué factores influyen de manera significativa al ejercer una máxima fuerza de prensión de la mano utilizando como instrumento de medición un dinamómetro hidráulico.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Amstrong.T, (2002). Biomechanics of Hand Work: Force. The University of Michigan. Diapositivas 1-72. Disponible en: <http://ioe.engin.umich.edu/ioe567/>
- Ankrum, D.R. (2000). On the confusion between static load level and static task. *Applied Ergonomics*. 31, 545-546
- Boadella JM., Kuijer PP., Sluiter JK., Frings-Dresen MH. (2005). Effect of self-selected handgrip position on maximal handgrip strength. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Volume 86, Issue 2, Pages 328-331
- Bohannon RW., Peolsson A., Massy-Westropp N., Desrosiers J., Bear-Lehman J. (2006). Reference Values for Adult Grip Strength Measured with a Jamar Dynamometer: A Descriptive Meta-Analysis. *Physiotherapy* 92, 11-15.
- Chong CK., Tseng CH., Wong MK., Tai TY. (1994) Grip and pinch strength in Chinese adults and their relationship with anthropometric factors. *J Formosa Med Assoc*, 93, 616-621.
- Harkönen R., Piirtomaa M., Alaranta H. Grip Strength and Hand Position of the Dynamometer in 204 Finnish Adults. The Rehabilitation Unit of the Invalid Foundtion. Helsinki, Finlandia. *J Hand Surg [Br]* 1993; 18: 129-32.
- Comisión Nacional Para el Desarrollo de Los Pueblos Indígenas. Técnicas de Medición para la toma de peso y altura. Coordinación General de Programas y Proyectos Especiales. Obtenido el 20 de Octubre del 2009. Disponible en [http://www.cdi.gob.mx/albergues/medicion\\_peso\\_talla.pdf](http://www.cdi.gob.mx/albergues/medicion_peso_talla.pdf)
- Günther C., Bürger A., Rickert M., Crispin A., Schulz C. (2008). Grip Strength in healthy Caucasian adults: reference values. Department of Orthopaedics Klinikum Grosshadern, Ludwig-Maximilian-University Munich, Germany.
- Jonsson, B. (1978) Kinesiology: With special reverence to electromyographic kinesiology. In: *Contemporary Clinical Neurophysiology (EEG Suppl. 34)*, 417-428.
- Mahn J., Romero C. (2005). En la tesis: Evaluación de la fuerza de puño en sujetos adultos sanos mayores de 20 años de la Región Metropolitana. Universidad de Chile
- Mathiowetz, V. (1990). Effects of three trials on grip and pinch strength measurements. *Journal of Hand Therapy*, 3, 195-198
- Yassierli, (2008a) Assessment of Localized Muscle Fatigue for Industrial Task Evaluations. Available at: <http://www.ergoinstitute.com/downloadable/Yassierli%20PEI-IAIFI08%20Fatigue.pdf> . Retrieved on April 24, 2010.

- Yassierli, Nussbaum MA (2008b). *Effects of age, gender, and task parameters on fatigue development during intermittent isokinetic torso extensions*. International Journal of Industrial Ergonomics, in press.
- Wu SH., Wu SF., Liang HW., Wu ZT., Huang S. (2009). Measuring factors affecting grip strength in a Taiwan Chinese population and a comparison with consolidated norms. Applied Ergonomics 40, 811-815