

DETERMINACIÓN DEL NIVEL ÓPTIMO DE ABERTURA DE DINAMÓMETRO HIDRÁULICO MANUAL PARA LA MEDICIÓN DE FUERZA MÁXIMA DE AGARRE

Salinas López, Iris Nabile¹
irissalinas32@hotmail.com

Vargas Ornelas, Cristina Edith¹
titi_edith@hotmail.com

Aveytia Bañuelos, Cesar¹
sapote08@hotmail.com

Ibarra Mejía, Gabriel¹
gabriel.ibarra@uacj.mx

¹Universidad 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: La determinación y conocimiento de la fuerza de prensión de la mano es de importancia en el diseño de tareas y herramientas manuales. Con anterioridad se han realizado estudios para determinar dicha fuerza, sin embargo, la técnica de medición no es uniforme. **Objetivos:** El presente estudio pretende medir la fuerza de prensión de la mano de los diferentes niveles de apertura de un dinamómetro hidráulico manual para determinar la apertura óptima. **Delimitación:** El estudio comprende una muestra de sujetos disponibles sanos de ambos sexos, entre los 18 y 30 años de edad, residentes de Ciudad Juárez, Chihuahua, 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. Los objetivos y metodología del estudio fueron previamente explicados a cada participante, firmando cada uno el respectivo consentimiento informado. A través de un cuestionario se obtuvo información personal para identificación demográfica, antropométrica y de miembro dominante. Con el participante en posición de pie, brazo en posición neutral, codo a 90°, y posición neutral de antebrazo y muñeca, se midió la fuerza aplicada (Kg) en cada uno de los cinco niveles de apertura del asa de un dinamómetro hidráulico marca Jamar®, para ambas manos. **Resultados:** Para determinar las posibles diferencias entre los niveles de apertura se practicó análisis de varianza de una vía con un nivel de significancia de 95%, determinándose que la mayor

fuerza de prensión tanto en hombres como en mujeres se dio en los niveles de abertura de 1 7/8 y 2 3/8 de pulgada sin diferencia significativa entre ellas, pero significativamente diferente de la fuerza aplicada en los otros tres niveles. **Conclusión:** En el presente estudio, el nivel recomendado de abertura del dinamómetro para la medición de fuerza máxima aplicada de prensión de mano es similar a lo reportado en otros estudios realizados en poblaciones latino-americanas y mexicanas utilizando el protocolo de Mathiowetz.

Palabras clave: Fuerza, agarre, dinamómetro

ABSTRACT

Introduction: The measurement and knowledge of hand grip strength is of utmost importance for task and manual tool design. Although previous studies have addressed this type of measurements, there is no uniform technique to perform it. **Objective:** In this study, we measured maximal hand grip strength in upright standing position using a hydraulic dynamometer at different handle levels to determine the optimal level. **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 anthropometric measurements and handedness. With the participant in upright standing position, arm and shoulder at neutral, elbow at 90°, and forearm and wrist at neutral, the maximal grip strength (Kg) was measured at each of the five handle levels and for both hands using a Jamar® hydraulic dynamometer. **Results:** to determine the possible differences in the applied grip strength at each handle level, a one-way analysis of variance was conducted at a significance level of 95%. The maximal grip strengths were registered at handle levels of 1 7/8 and 2 3/8 inches for both males and females, without a significant difference between these levels, and significant difference in grip strength between these and the other three measured levels. **Conclusion:** In this study, the recommended dynamometer handle levels for the measurement of maximal hand grip strength is similar of previously reported in studies of other Latin American and Mexican populations following the Mathiowetz protocol.

Keywords: strength, grip, dynamometer

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente no existe en México una técnica de medición uniforme que determine la abertura óptima para medir la fuerza de prensión de la mano con un dinamómetro hidráulico manual. La determinación y conocimiento de la fuerza de prensión de la mano es de suma importancia en el diseño de tareas y herramientas manuales.

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.

Existen estudios a nivel internacional en los que se ha determinado la fuerza máxima de presión al utilizar el dinamómetro Jamar®. Pero a nivel nacional, existe solo un estudio relacionado con la fuerza de presión. Armstrong (2002), en su investigación encontró que la fuerza de presión promedio en la población anglosajona para mujeres es de 55 ± 11 libras y para hombres es de 100 ± 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 presión 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 presión de acuerdo al nivel de abertura del dinamómetro Jamar, demostraron que hombres y mujeres presentaron mayor fuerza en la abertura 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 presión para la población estudiada. (Mahn y cols., 2005)

Arinci y cols. (2002) en su estudio concluyeron que la fuerza de presión de la mano dominante en diestros y zurdos es mayor que la fuerza presentada en la mano no dominante en ambos casos. Al igual que este estudio, Kamarul y cols. (2006) determinaron que la mano dominante era más fuerte que la no dominante a la hora de medir la fuerza de presión. Mientras que Crosby y cols. (1995) determinaron que la mayoría de los sujetos diestros presentaban 10% más fuerza de presión en la mano dominante. En los sujetos zurdos, la mano no dominante era más fuerte en el 50% de los casos.

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 presión con y sin guantes. Se comprobó 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.

El presente estudio pretende medir la fuerza de presión de la mano en postura neutral en los diferentes niveles de abertura de un dinamómetro hidráulico para determinar la abertura óptima para la realización de este tipo de mediciones en Ciudad Juárez, utilizando el dinamómetro ajustable Jamar®, que se basa en la medición de la fuerza de presión de la mano utilizando un sistema hidráulico cerrado con registro de fuerza en libras o kilogramos.

Este dinamómetro es aceptado en la actualidad como el más preciso cuando se trata de determinar la fuerza de prensión de la mano de forma cuantitativa.

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 con información para recopilar información sobre edad, sexo, mano dominante (MD) y mano no dominante (MND), así como la fuerza de prensión máxima obtenida en cada nivel de abertura del dinamómetro. Para medir la fuerza de prensión de ambas manos se utilizó un dinamómetro hidráulico Jamar® el cual permite 5 niveles de abertura de medición. Las medidas de asa del dinamómetro según la abertura son: 1 3/8, 1 7/8, 2 3/8, 2 7/8, 3 3/8 de pulgada.

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 medir la fuerza de prensión en cada uno de los niveles de abertura del dinamómetro, alternando las aberturas en forma aleatoria, y de acuerdo a la siguiente técnica:

1. Postura. Sujeto de pie confortablemente, hombros aducidos y sin rotación, codo flexionado en 90° (Mathiowetz y cols. 1990), antebrazo y muñeca en posición neutra.
2. Sostener el dinamómetro en el nivel indicado con la mano dominante.
3. Ejercer la fuerza de agarre gradualmente durante cinco segundos.
4. Descansar por un minuto considerando la fatiga muscular presentada.
5. Continuar con el mismo procedimiento con la mano no dominante.

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. Por medio de un análisis de ANOVA de una sola vía con un nivel de confianza del 95% se determinaron las diferencias entre los niveles de abertura, 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. Los hombres mostraron mayor peso que las mujeres, y del mismo modo la talla fue mayor en hombres. 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)	General (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
Cono (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 medición de fuerza máxima de presión ejercida en ambas manos (dominante y no dominante) para ambos sexos utilizando un dinamómetro hidráulico Jamar® en los cinco niveles de abertura pueden observarse en la Tabla 2. Podemos observar que en los hombres el nivel que presenta menor fuerza es el cinco, mientras que los niveles 2 y 3 presentan una fuerza similar y mayor a los otros niveles. En las mujeres los niveles 2 y 3 presentan la mayor fuerza, y los otros niveles presentan una fuerza similar. En relación a la fuerza podemos observar que la MD presenta mayor fuerza que la MND en hombres y mujeres, además los hombres presentan una mayor fuerza de presión en MD y MND que las mujeres.

Tabla 2. Fuerza Máxima en Hombres y Mujeres (Kg)

HOMBRES (n=30)			MUJERES (n=30)		
NIVEL	MD	MND	NIVEL	MD	MND
	($\bar{x} \pm \sigma$)	($\bar{x} \pm \sigma$)		($\bar{x} \pm \sigma$)	($\bar{x} \pm \sigma$)
1 (1 3/8")	27.7 ± 6.14	27.2 ± 5.71	1 (1 3/8")	17.66 ± 3.54	16.56 ± 3.68
2 (1 7/8")	41.0 ± 7.54	39.0 ± 7.32	2 (1 7/8")	23.36 ± 4.87	21.7 ± 3.86
3 (2 3/8")	42.4 ± 7.92	37.8 ± 5.93	3 (2 3/8")	22.86 ± 4.80	20.96 ± 4.28
4 (2 7/8")	38.3 ± 7.41	35.2 ± 5.98	4 (2 7/8")	19.43 ± 4.35	18.06 ± 3.88
5 (3 3/8")	32.5 ± 6.51	29.4 ± 4.94	5 (3 3/8")	16.36 ± 4.12	14.9 ± 3.33

El análisis de varianza de una vía con un nivel de significancia del 95% para determinar si existe diferencia en la fuerza de presión entre los cinco niveles de abertura del dinamómetro, arrojó una diferencia significativa entre los niveles de abertura ($P = 0.000$). En los niveles de abertura dos y tres se concentra la mayor fuerza de presión tanto en hombres como en mujeres, tal como se puede apreciar en las figuras 1 y 2.

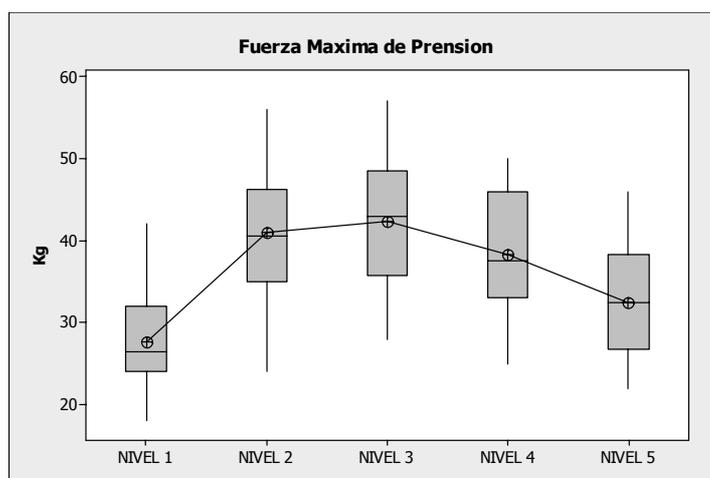


Figura 1. Fuerza máxima de presión para hombres (n=30) en 5 niveles de abertura

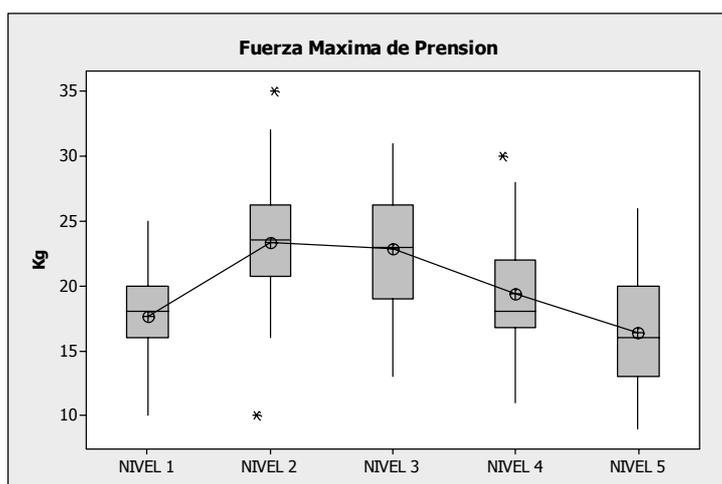


Figura 2. Fuerza máxima de presión para mujeres (n=30) en 5 niveles de abertura

Un segundo análisis de varianza para determinar la posible diferencia entre el nivel dos y el nivel tres de aberturas, arrojó que no existe diferencia significativa entre los niveles ($P = 0.830$), como se muestra en las figuras 3 y 4.

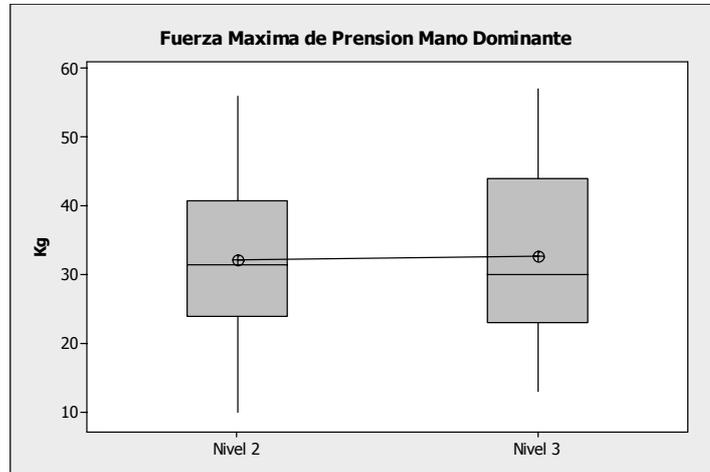


Figura 3. Fuerza Máxima de Prensión para toda la población (n=60) en Mano Dominante

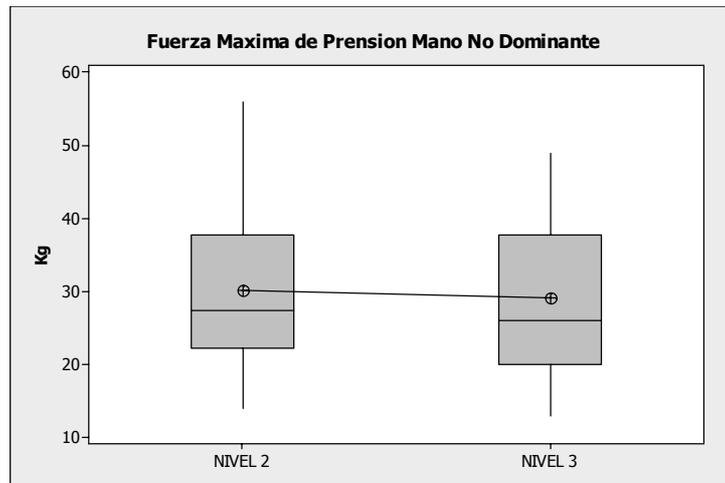


Figura 4. Fuerza Máxima de Prensión para toda la población (n=60) en Mano No Dominante

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, donde se concluyó que el nivel de abertura óptimo para medir la máxima fuerza de prensión para las mujeres fue el nivel dos (1 7/8”), mientras que para los hombres no existe diferencia en utilizar la abertura 1 7/8”o 2 3/8”.

Comparando el presente estudio con otros resultados, encontramos algunas diferencias. La primera diferencia encontrada fue el número de intentos realizados en cada nivel de abertura para registrar la máxima fuerza de prensión. Mathiowetz indica que el registro más fiable de medición es el promedio de tres intentos, por lo contrario Baker señala que solo se debe registrar el máximo valor obtenido de los tres intentos. Otra discrepancia entre los estudios fue el tiempo de descanso entre mediciones, ya que algunos estudios afirman que es necesario un descanso mínimo de diez segundos, y otros más señalan que es conveniente dar un margen de descanso de un minuto entre cada prueba. En nuestro estudio resultó conveniente un minuto de descanso ya que es preciso dar este tiempo para que el músculo se recupere del esfuerzo.

El objetivo principal de nuestro estudio fue determinar el nivel de abertura óptimo para la medición de la máxima fuerza de prensión en la mano, donde concluimos que el nivel ideal para obtener la mayor fuerza de prensión en las mujeres es el nivel dos, con una abertura de 1 7/8" (4.76 cm). Mientras que para los hombres tanto el nivel dos o tres es idóneo para obtener la mayor fuerza de prensión. Este estudio arroja resultados similares a los estudios de Ravindra y cols. (1997), Muñoz y cols.(2005), y, Mahn y cols.(2005), que han concluido que el nivel de abertura apropiado para ejercer la mayor fuerza de prensión en la mano es 1 7/8".

De igual manera, el presente estudio es consistente con los estudios de Arinci y cols. (2002), y, Kamarul y cols. (2006), que demuestran que la mano dominante presenta una mayor fuerza de prensión, nuestros resultados mostraron que la fuerza de prensión de la mano dominante fue mayor que la no dominante.

La limitación del estudio fue el tamaño de la población estudiada, ya que por motivos de tiempo solo se pudieron medir a 60 sujetos. Consideramos que al tomar una muestra de población mayor, la variación en la fuerza de prensión tenderá a ser menor. Cabe mencionar que este es el primer estudio realizado en Cd. Juárez, por lo tanto es importante darle un posterior seguimiento, tomando un tamaño de muestra mayor con el fin de obtener resultados más exactos.

5. BIBLIOGRAFIA

- Amstrong.T, (2002). Biomechanics of Hand Work: Force. The University of Michigan. Diapositivas 1-72. Disponible en: <http://ioe.engin.umich.edu/ioe567/>
- Arinci N., Ceceli E., Bakici P., Rana H., Rezan Z. (2002). Grip Strength: Effect of Hand Dominance. Singapore. Departamet of Physical Medicine and Rehabilitation Ankara Research and Education Hospital, Ankara, Turkey. Med J. Vol 43(5) : 234-237
- 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.
- Crosby C.A., Wehbé M. A., Mawr B. (1995). Hand strength: normative values. Pennsylvania Hand Center. J. Hand. Surg. Am. Nov;20(6):1057-8.

- Harkönen R., Piirtomaa M., Alaranta H. (1993). Grip Strength and Hand Position of the Dynamometer in 204 Finnish Adults. The Rehabilitation Unit of the Invalid Foundtion. Helsinki, Finlandia.
- Kamarul T., Ahmad Ts. (2006). Hand grip strength in the adult Malaysian population. Malaysia. Journal of Orthopaedic Surgery. 14(2):172-7.
- Mahn J. Y 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, pág. 12
- MARZÁ F. Medición de la Fuerza de la mano mediante dinamómetro de escala variable informatizado. Unión de Mutuas. II Jornadas de colaboración de Unión de Mutuas con la So ciedad Valenciana de Rehabilitación y Medicina Física Pág. 2
- Massy-Westropp N., Rankin W., Ahern M., Krishnan J. Hearn Tc. (2004). Measuring grip strength in normal adults: reference ranges and comparison of electronic and hydraulic instruments. J Hand Surg. 29A: 514-519.
- Mathiowetz, V. (1990). Effects of three trials on grip and pinch strength measurements. Journal of Hand Therapy, 3, 195-198
- Muñoz L., De La Vega E., Lopez F., Ortiz B., Lucero K. (2005). Fuerza máxima de agarre con mano dominante y mano no dominante. Instituto Tecnológico de Hermosillo. Ergonomía Ocupacional. Investigaciones y Aplicaciones. Vol 2. 127-136
- Ravindra S. Goonetilleke. (1997). Grip Span and Arm Position Effects on Grip Strength. Procedings of the ASEAN 97 conference, Kuala Lumpur, Malaysia. Pp. 99-104