



Universidad de Chile
Facultad de Medicina
Escuela de Kinesiología

“Evaluación de la fuerza de puño en sujetos adultos sanos
mayores de 20 años de la Región Metropolitana”

Jessica Käthe Mahn Arteaga

Carolina Pilar Romero Dapuetto

2005

“Evaluación de la fuerza de puño en sujetos adultos sanos mayores de 20
años de la Región Metropolitana”

Tesis
entregada a la
UNIVERSIDAD DE CHILE
en cumplimiento parcial de los requisitos
para optar al grado de
LICENCIADO EN KINESIOLOGIA

FACULTAD DE MEDICINA

por:

Jessica Käthe Mahn Arteaga
Carolina Pilar Romero Dapuelto

2005

Director de tesis: Javier González G.

Co – tutores: Klga. Marcela Antúnez R.

Klgo. Eduardo Muñiz S.

Patrocinante de tesis: Profesora Sylvia Ortiz Zúñiga

FACULTAD DE MEDICINA

UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACION

TESIS DE LICENCIATURA

Se informa a la Escuela de Kinesiología de la Facultad de Medicina que la Tesis de Licenciatura presentada por las candidatas:

*Jessica Käthe Mahn Arteaga
Carolina Pilar Romero Dapuelo*

Ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para optar al grado de Licenciado en Kinesiología, en el examen de defensa de Tesis rendido el 08 de diciembre del 2005.

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Javier González G. _____

COMISION INFORMANTE DE TESIS.

NOMBRE _____

*A mis queridos padres Jacqueline y Rodolfo,
quienes me inculcaron y enseñaron lo que da sentido a mi vida,
a mis queridos hermanos Gustavo y Eduardo y a mi querida abuela Elena,
a todos ellos por su apoyo incondicional, paciencia, confianza y amor
que me han regalado a lo largo de todos estos años,
y que han hecho de mi vida algo tan especial.*

Jessica.

*A mis amados padres, Pedro y Lupe, por todo el amor y confianza
que me han brindado a lo largo de mi vida a pesar de las
dificultades y que han permitido forjarme como la persona que hoy soy.*

*A mis hermanos Claudio y Patricio, quienes con su sabiduría,
conocimiento y cariño han aportado a mi educación y crecimiento.
A mi cuñada Yanet, mi confidente y amiga, por su apoyo incondicional.*

Carolina

AGRADECIMIENTOS...

- A Javier González, nuestro director de Tesis, por facilitarnos uno de los instrumentos de medición usado y por la excelente disposición y confianza mostrada hacia nosotras en todo momento.
- A Marcela Antúnez, nuestra tutora, que siempre confió en nosotras, que nos dio su apoyo y ayuda incondicional, dedicando gran parte de su tiempo para que la realización de este proyecto fuera posible.
- A Eduardo Muñiz por facilitarnos otro de los instrumentos de medición utilizados en esta investigación y por darnos su apoyo cuando lo necesitamos.
- A Yanet López, por permitirnos realizar nuestras mediciones en su lugar de trabajo y por su buena disposición hacia nosotras.
- A Mauricio Carvacho y Fabián Riveros, por las incansables horas frente al computador al hacer el análisis estadístico y por la paciencia demostrada frente a nuestras dudas.
- A Jorge Rodríguez, por contestar las pequeñas dudas estadísticas en el final de este proceso.

INDICE

CONTENIDO	PÁGINAS
Resumen	i
Abstract	ii
Abreviaturas	iii
Introducción	1
Planteamiento del problema	2
Objetivos	2
Justificación	3
Marco teórico	4
Biomecánica de la mano	5
Tipos de mano	7
Tipos de puño	8
Alteraciones de la fuerza de prensión	9
Dinamometría	9
Material y Método	12
Hipótesis	12
Variables	12
Diseño de investigación	13
Población en estudio	13
Procedimiento	15
Análisis de datos	18
Resultados	19
Conclusiones	26
Discusión	27
Proyecciones	30
Bibliografía	31
Anexos	34
Apéndice	37

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Promedios de fuerza de puño de hombres y mujeres para ambas manos.....	19
Tabla 2. Coeficientes de correlación para todos los rangos etarios en hombres y mujeres	22
Tabla 3. Coeficiente de correlación en hombres	23
Tabla 4. Coeficiente de correlación en mujeres	23
Tabla 5. Diferencia de fuerza de puño entre hombres de la Región Metropolitana y australianos para la MD y la MND	41
Tabla 6. Diferencia de fuerza de puño entre mujeres de la Región Metropolitana y australianas para la MD y la MND	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Medición de la Fuerza	16
Figura 2. Dinamómetro Jamar	16
Figura 3. Medición del largo de la mano	17
Figura 4. Medición del ancho de la mano	17
Figura 5. Gráfico del promedio de fuerza de puño de la mano dominante	20
Figura 6. Gráfico del promedio de fuerza de puño en hombres	21
Figura 7. Gráfico del promedio de fuerza de puño en mujeres	21
Figura 8. Gráfico de dispersión de la correlación entre el largo y la fuerza de la mano dominante de las mujeres	24
Figura 9. Gráfico de dispersión de la correlación entre el ancho y la fuerza de la mano dominante de las mujeres	24
Figura 10. Gráfico de dispersión de la correlación entre el largo y la fuerza de la mano dominante de los hombres	25
Figura 11. Gráfico de dispersión de la correlación entre el ancho y la fuerza de la mano dominante de los hombres	25
Figura 12. Arco transversal proximal de la mano	34
Figura 13. Arco transversal distal de la mano	34
Figura 14. Arco longitudinal de la mano	35
Figura 15. Gráfico del promedio de fuerza de puño de la mano no dominante	38
Figura 16. Gráfico de dispersión de la correlación entre el largo y la fuerza de la mano no dominante de las mujeres	39
Figura 17. Gráfico de dispersión de la correlación entre el ancho y la fuerza de la mano no dominante de las mujeres	39
Figura 18. Gráfico de dispersión de la correlación entre el largo y la fuerza de la mano no dominante de los hombres	40
Figura 19. Gráfico de dispersión de la correlación entre el ancho y la fuerza de la mano no dominante de los hombres	40

RESUMEN

Este estudio de investigación tiene como objetivo determinar la variabilidad de la fuerza de puño en ambas manos en hombres y mujeres entre 20 y 70 años, en la Región Metropolitana, a través de mediciones dinamométricas, y así, registrar la fuerza normal de puño para personas sanas en este rango etario. El estudio incluye a 839 personas libres de patologías de extremidad superior, y que cumplieran con los criterios de inclusión, de diferentes centros de salud, universidades y colegios. Se realizaron además mediciones complementarias del largo y el ancho de cada mano, para determinar la relación existente entre estas variables y la fuerza de puño. Se encontró que la variabilidad de la fuerza de puño de las mujeres es menor que la de los hombres para ambas manos. Esta diferencia se comparó mediante la Prueba de Fischer ($p < 0,05$) y se encontró que es estadísticamente significativa sólo para algunos rangos etarios, tanto para hombres como para mujeres. A través del coeficiente de correlación de Pearson se determinó la relación entre el largo, el ancho y la fuerza de ambas manos para ambos sexos. Se midió la significancia de esta correlación mediante la Prueba T ($p < 0,05$). Tanto para el largo como para el ancho se encontró una correlación directa, pero baja. Esta resultó ser estadísticamente significativa sólo para algunos rangos etarios. Se confeccionaron tablas que contienen valores promedio de fuerza de puño para la población estudiada. Hasta la actualidad no se ha publicado en Chile un estudio de esta índole, siendo de especial interés para determinar el resultado de un manejo médico ortopédico o quirúrgico de la patología de mano o el resultado de tratamientos de rehabilitación en lo que se refiere a fuerza de prensión, pudiendo compararse con un parámetro de normalidad en nuestra población.

ABSTRACT

The primary purpose of this study was to determine the variability of grip strength in both hands for men and women in the Metropolitan Area adults aged 20 to 70 years, using dynamometric measurements to register the normal grip strength for healthy people these ages. The study included 839 subjects who comply with the inclusion criteria and are free from any disease or injury that could affect their upper extremity. Subjects were from different Health Centers, Universities and Schools. In addition, complementary measurements of length and width from both hands and the relationship between these variables and grip strength was established. It was found that the women's variability of grip strength was less than men's for both hands. This difference was compared using the Fisher Test ($p < 0,05$) and we found that this difference was significant only for some range of ages in both sexes. We determined the relationship between length and width and strength of the hand using the Pearson's correlation coefficient. The significance for this correlation was tested using the T-Test ($p < 0,05$). We observed a direct but low correlation for the length and width. Only for some ages was this correlation significant. Tables containing average values for grip strength were established. Studies containing this information couldn't be found in Chilean sources. Therefore, it's important to establish the results of orthopedic or surgical approaches referring to hand diseases or the results of rehabilitation treatments, but comparing them to normative values in our population.

ABREVIATURAS

MCF = Metacarpofalángica

IFP = Interfalángica proximal

IFD = Interfalángica distal

IF = Interfalángica (del pulgar)

MTC = Metacarpiano

MD = Mano dominante

MND = Mano no dominante

INTRODUCCIÓN

En la evaluación de la funcionalidad de la mano es imprescindible la medición objetiva de la fuerza de prensión. Esta permite obtener valores que se pueden utilizar para determinar el resultado de un manejo médico ortopédico o quirúrgico de la patología de mano o el resultado de tratamientos de rehabilitación, permitiendo además determinar cuándo un sujeto está en condiciones para volver a sus actividades normales.

La evaluación de la fuerza de prensión se realiza comúnmente mediante la dinamometría, la cual puede medirse con un dinamómetro hidráulico o digital. El dinamómetro es un instrumento práctico que permite establecer valores con exactitud. La forma más común de evaluación es la dinamometría hidráulica, la cual se mide con el dinamómetro Jamar (*JamarTM Hydraulic Hand Dynamometer, Preston, Jackson, Missouri. EEUU*). Este es un procedimiento fiable, fácil de realizar y reproducible.

Existen diversos estudios a nivel internacional (*Torres y cols. 1999, Massy-Westropp y cols. 2004*) que presentan valores de referencia según sexo y edad en diversos números de muestra, pero a nivel nacional existe sólo un estudio enfocado a personas con demanda laboral de extremidad superior (*Gómez y cols. 1999*).

La existencia de valores normales es necesaria para la interpretación de los datos de la evaluación de un paciente, es por esto que el objetivo del presente estudio es determinar los valores normales de la población sana de la Región Metropolitana, permitiéndonos así tener una referencia que pueda ser utilizada en la práctica clínica diaria del médico y del kinesiólogo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La medición de la fuerza de puño tiene gran importancia clínica en la evaluación de los resultados de la rehabilitación de la extremidad superior. A nivel nacional no existen estudios de medición de la fuerza de prensión, sólo se ha realizado un estudio, el cual no es extrapolable a toda la población por ser de demanda laboral de la extremidad superior. El método actual de evaluación, es realizar una comparación con la mano contralateral, método poco válido según varios estudios (*Schmidt y cols. 1970, Thorgren 1979*). Así se crea la necesidad de contar con un marco referencial, basado en una medición a gran escala de la fuerza de prensión, del cual puedan extrapolarse datos de normalidad para nuestra población en el área Metropolitana.

Preguntas de investigación

¿Cuáles son los valores normales en la fuerza de puño en ambas manos en sujetos sanos, entre 20 y 70 años, en la Región Metropolitana?.

Objetivo General

Determinar la variabilidad de la fuerza de puño en ambas manos en hombres y mujeres entre 20 y 70 años, en la Región Metropolitana, a través de mediciones dinamométricas.

Objetivos Específicos

Determinar la fuerza de puño en hombres de la Región Metropolitana, para la mano dominante y para la no dominante.

Determinar la fuerza de puño en mujeres de la Región Metropolitana, para la mano dominante y para la no dominante.

Determinar la relación entre el ancho y el largo de la mano con la fuerza de puño de ambas manos.

Justificación

Un instrumento de evaluación de la fuerza de puño es el dinamómetro hidráulico Jamar. Actualmente esta evaluación se realiza comparando la fuerza de la mano afectada con la mano contralateral, siempre y cuando esté libre de patologías. Este procedimiento carece en ocasiones de validez, por ejemplo, en el caso de presentarse patologías en ambas extremidades superiores. Es por esto que se hace necesario disponer de una tabla de referencia con valores normales. Los resultados de diferentes estudios apoyan de igual forma la poca validez de la comparación con la mano contralateral. En más del 95 % de los sujetos sanos la diferencia de fuerza entre ambas manos es igual o menor del 10 % (*Bechtol 1954, Josty y cols. 1997, Mathiowetz y cols. 1985, Schmidt y cols. 1970, Torres y cols. 1999*). Pero también se ha descrito que hasta en una cuarta parte de las personas la fuerza de la mano dominante es mayor que la de la no dominante (*Schmidt y cols. 1970*). Thorgren, en un estudio realizado el año 1979 encontró que existían diferencias de hasta un 20% de la fuerza de prensión de la mano dominante con respecto a la no dominante.

Al realizar una revisión bibliográfica se puede encontrar una diversidad de datos disponibles en el extranjero, las cuales varían entre sí (*Haarkönen y cols. 1993, Massy – Westropp y cols. 2004, Mathiowetz y cols. 1985, Torres y cols. 1999*), que no son aplicables a Chile por ser de poblaciones distintas a la nuestra. Además, a nivel nacional existe sólo un estudio realizado en personas con demanda laboral de extremidad superior que no puede extrapolarse a la población general (*Gómez y cols. 1999*). Es por esto que se hace necesario realizar un estudio que abarque un gran número de sujetos, y donde se analice la fuerza de prensión por sexo, rango etario y dominancia en nuestra población. Este análisis permitirá la confección de tablas de normalidad para la Región Metropolitana, permitiéndose así su utilización por parte de los profesionales de la salud, como kinesiólogos, terapeutas ocupacionales y médicos, para lograr mejores evaluaciones clínicas y determinar objetivamente el grado de recuperación de la extremidad superior.

MARCO TEÓRICO

La funcionalidad de la mano se basa en su capacidad de presión combinada con su capacidad de transmitir y recibir información. Por esta razón presenta una alta representación cortical. Toda la extremidad superior está en función de la mano debido a una adaptación multisistémica desplegada en el tiempo por la evolución para poder realizar las actividades manipulativas de presión de precisión o de fuerza. (Wilson 2002). Sin su segmento prensil completo, la extremidad pierde prácticamente todo su valor. Es por esto que se han realizado numerosos estudios acerca de la fuerza de presión de mano en diferentes países, de los cuales se ha logrado sacar diferentes conclusiones.

Es sabido que en la medida que la edad aumenta, la fuerza muscular decrece debido a múltiples factores, como la disminución del número y tamaño de las fibras musculares, la disminución del control motor, procesos propios de involución, entre otros. (Zeynep y cols. 1999).

Acerca de la linealidad con la que la fuerza disminuye con la edad, Stafilas encontró que la disminución era lineal, en cambio, Haarkönen concluyó que los valores según la edad no son lineales. Se debe tener presente que las propiedades mecánicas de los tendones no se alteran con la edad en ausencia de enfermedades sistémicas o locales. (Miralles 1998).

Se ha observado que tanto en hombres como en mujeres, la fuerza de puño comienza a disminuir lentamente en la medida en que la edad avanza, obteniéndose un peak de mayor fuerza entre los 30 y los 50 años, para luego disminuir gradualmente. Este comportamiento es similar entre hombres y mujeres y los factores causales de la disminución de la fuerza difieren entre ambos sexos. En los hombres esta disminución se debe a una gradual pérdida de la capacidad física y a un aumento del sedentarismo, con los subsiguientes cambios en las fibras musculares. En cambio, en las mujeres, las causas son los parámetros antropométricos (altura y peso), el sedentarismo y los cambios hormonales (Cauley y cols. 1987, Crosby y cols. 1994).

Sujetos Adultos (20 a 60 años)

La fuerza de prensión de puño varía en los diferentes rangos etarios. Como se mencionó anteriormente, en la medida en que aumenta la edad, la fuerza muscular asciende hasta un peak, para luego decrecer. Se ha descrito que las mujeres presentan valores medios más bajos que los hombres en todos los rangos etarios (Torres y cols. 1999). Por ejemplo, Haarkönen estableció que la fuerza de las mujeres es entre un 60% y un 70% menor que la de los hombres. En cambio, Bassey estableció que la mujer tiene la mitad de la fuerza que el hombre.

Sujetos Adultos Mayores (mayores de 60 años)

En el año 1995 se realizó un estudio donde se tomaron datos de 360 sujetos mayores de 60 años, para recolectar los datos de fuerza de prensión de mano, la cual es difícil evaluar debido a la falta de normas válidas. Se obtuvieron datos que revelan que la fuerza de puño disminuye linealmente con la edad. La masa corporal también es un buen indicador de la fuerza de puño a esta edad (Desrosiers y cols. 1995). Se cree que a partir de los 65 años de edad la fuerza disminuye cada año en un 2%. Bassey desmiente esta afirmación, encontrando que a partir de los 65 años, la fuerza disminuye en cuatro años un 12% en los hombres y en un 19% en la mujeres.

BIOMECÁNICA DE LA MANO

El acto motor en la medición dinamométrica es una prensa cilíndrica con la totalidad de la mano. Se realiza en un primer momento una contracción isotónica de los músculos extrínsecos e intrínsecos de la mano, y luego una contracción isométrica de los mismos. En la realización del puño los dedos están flexionados, incluido el pulgar.

Los músculos que están activados son el flexor común profundo de los dedos, el flexor común superficial de los dedos, el flexor largo del pulgar, y músculos intrínsecos de la mano, como los músculos de la eminencia tenar (flexor corto del pulgar, aductor del pulgar y oponente del pulgar), de la hipotenar (flexor corto del 5° dedo), los interóseos y los lumbricales. La musculatura extrínseca se ocupa en proporción al esfuerzo que se desee realizar, y los intrínsecos más bien ajustan la posición de los dedos (*Miralles 1998*).

El flexor común profundo realiza la flexión de las articulaciones IFD del 2°, 3°, 4° y 5° dedo. El flexor común superficial realiza la flexión de las articulaciones IFP de estos mismos dedos. El flexor largo del pulgar realiza la flexión de la articulación IF. El flexor corto del pulgar realiza la flexión de la articulación MCF del pulgar, asistiendo la oposición. El oponente del pulgar realiza la acción que dice su nombre, es decir un movimiento combinado de flexión del MTC y rotación medial de este. El flexor corto del 5° dedo realiza la flexión de la articulación MCF de este dedo. Los músculos interóseos son flexores, abductores-aductores de la articulación MCF y rotadores de las falanges para ajustar el movimiento. Los músculos lumbricales son flexores de las articulaciones MCF del 2° al 5° dedo. En resumen los músculos extrínsecos de los dedos originados en el antebrazo inician la fuerza, los músculos tenares e interóseos rotan las falanges y flectan las MCF y los lumbricales flectan las MCF.

Los nervios mediano y ulnar son los que controlan la ejecución de los músculos intrínsecos de la mano. Con una pérdida de los músculos interóseos, músculos de la eminencia tenar e hipotenar, ocurren grandes deficiencias en la fuerza total de la mano. Por ejemplo, con un bloqueo del nervio mediano por el lado ulnar del tendón del músculo palmar largo, a nivel del pliegue distal de la muñeca, la fuerza de puño muestra una disminución de un 32 % en la fuerza total. Con un bloqueo del nervio ulnar bajo el tendón del músculo flexor ulnar del carpo a nivel distal del antebrazo, la disminución de la fuerza es de un 38%. La pérdida total de fuerza cuando ambos nervios están bloqueados es de un 45% (*Kozin y cols. 1999*).

El nervio radial no participa en la inervación motora intrínseca de la mano, pero sí en la extrínseca. Es el encargado de inervar los músculos que facilitan la extensión de la muñeca y los dedos. La disfunción de este nervio afectará indirectamente a la fuerza

de puño. Una lesión del nervio radial causa una caída de la mano (mano en gota), cambiando la posición de la muñeca y las longitudes funcionales de los tendones flexores de los dedos, lo que impide una prensa eficaz con la mano. Además una disfunción de los músculos extensores de la mano creará un desbalance muscular entre estos y los músculos flexores, lo que se traduce en una capacidad prensil disminuida.

Al realizar la prensión existen diversas sinergias musculares. La inclinación cubital entre $0^\circ - 15^\circ$, se logra mediante la contracción del músculo cubital anterior, con lo que se logra una mayor potencia, al aumentar el brazo de palanca en un eje longitudinal. La posición de ligera extensión de muñeca se logra gracias a un sinergismo entre el primero y segundo radial externo con los músculos profundos y superficiales de los dedos, optimizando así la acción de los flexores, y constituyendo una posición funcional.

Cuando la mano realiza la prensión de un objeto las fuerzas compresivas se transmiten de distal a proximal, transmitiéndolas hacia el antebrazo a través del carpo. Estas fuerzas son consecuencia de la carga externa que se transmite entre los metacarpianos y como resultado de la acción de los distintos músculos y ligamentos necesarios para lograr la estabilidad. (*García – Elias 1997*).

TIPOS DE MANO

Varias dimensiones antropométricas presentan diferencias entre hombres y mujeres. Una de ellas es la forma de la mano, la que se define como la proporción entre el largo y el ancho de la mano. Considerando este parámetro se pueden definir tres tipos de mano: la “larga y angosta”, la “promedio”, y la “relativamente cuadrada”. Estas presentan una proporción ancho/largo de 0.46, 0.52, y 0.55 respectivamente.

Clerke concluyó que entre las tres formas de mano sí hay diferencias en cuanto a la fuerza de puño, pero no son estadísticamente significativas. En hombres la más fuerte es la mano larga, y en las mujeres la mano promedio. Firrel comparó la fuerza de puño en las cinco posiciones del dinamómetro en una muestra de 288 sujetos, entre 4 y 78 años. La mayor fuerza se logra en la posición II. Él vio que el pequeño número de

personas que tenían mayor fuerza en posición III o IV no tenían manos de mayor tamaño que los que mostraron más fuerza en posición II, por lo que concluyó que el tamaño de la mano, no tiene relación con su fuerza. Boadella estudió en 56 sujetos, entre 19 y 60 años, la relación entre el largo y el ancho de la mano, y la posición del dinamómetro que cada sujeto prefería ocupar. La posición que ellos elegían, era la posición en que la mayoría mostraba la mayor fuerza, pero su elección no tenía una relación estadísticamente significativa con el ancho y el largo de la mano.

TIPOS DE PUÑO

El puño se puede dividir en tres tipos (*Linscheid 2002*):

a) Puño de Potencia

Involucra tomar un objeto con los dedos parcialmente flectados contra la palma de la mano, con oposición del pulgar flectado. El puño de potencia ocupa principalmente funciones isométricas. Los dedos están flectados, inclinados lateralmente, la muñeca en ligera desviación ulnar y extensión para aumentar la tensión de los tendones flexores. La cantidad de flexión varía según el objeto asido. El pulgar refuerza los dedos y ayuda a hacer pequeños ajustes para controlar la dirección de la fuerza. Existen varios tipo de puño, los cuales son: puño esférico, puño en cinta, puño cilíndrico y puño en gancho. El tipo de prensión que se ocupa en la medición dinamométrica es la fuerza de puño cilíndrico. La acción de realizar un puño consta de cuatro etapas básicas, las que se explican en el anexo 2.

b) Patrones de Precisión

Involucra la manipulación de un objeto que no está en contacto con la palma de la mano, entre el pulgar aducido y las caras flexoras de los dedos en oposición. Los músculos funcionan principalmente en forma isotónica. La superficie sensorial de los dedos es usada para dar la máxima aferencia para influenciar ajustes delicados. Con objetos pequeños, se ocupa principalmente la manipulación precisa entre el pulgar y el

índice. Los diferentes tipos de los patrones de precisión son: pinza dígito-pulpar, pinza bidigital y pinza dígito-lateral.

c) Puños combinados

Involucran al primer y segundo dedo, a veces al tercero, ejecutando actividades de precisión. Los dedos tercero a quinto suplementan con potencia.

ALTERACIONES Y FUERZA DE PRENSIÓN

La posición de la muñeca afecta significativamente a la fuerza de prensión. (*Lamoreaux 1995*) La posición donde ejerce mayor fuerza es en la posición neutra. La posición que afecta más esta función es la desviación radial. Entonces cualquier patología que lleve a una desviación radial permanente de la mano irá en desmedro de la fuerza prensil de ella, por ejemplo, una consolidación viciosa del radio.

Los desórdenes músculo-esqueléticos afectan linealmente a la fuerza de prensión de la mano. Está comprobado que tienen un mayor efecto ante una fuerza máxima, que ante la fuerza que las personas ocupan cotidianamente.

Otro factor que disminuye la fuerza de prensión son las infecciones agudas, afectándola en un 35%. (*Martin y cols. 1985*).

DINAMOMETRÍA

La dinamometría mide la fuerza de los músculos en algún segmento corporal. La fuerza de un músculo es la capacidad de producir su máxima tensión, lo que guarda relación con el área de sección transversal de sus fibras y también con la excursión de ellas. La fuerza de prensión 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 (libras o kilogramos) por el uso de un dinamómetro homologado Jamar (*JamarTM Hidraulic Hand Dynamometer, Preston, Jackson, Missouri. EEUU*) (Fig. 1 y

2). Este instrumento mide la fuerza isométrica y presenta cinco posiciones diferentes para el agarre. Su uso es apropiado, ya que es el propio sujeto el que controla su fuerza, en ausencia de intervenciones externas (ejercidas por el examinador).

Técnica para la medición

La posición que deberán adoptar los sujetos para nuestro estudio se describe como sigue (Fig. 1):

- 1.- Sujeto de pie confortablemente.
- 2.- Hombros aducidos y sin rotación.
- 3.- Codo flectado en 90° (*Mathiowetz y cols. 1985*).
- 4.- Antebrazo en posición neutra.
- 5.- Muñeca en posición neutra (En extensión entre 0-30° y con una desviación ulnar de 0° - 15°) (*Pryce 1980, O'Driscoll 1992*).

Ambas manos son medidas alternadamente. Se debe tener presente la fatiga muscular y los períodos de recuperación del ATP del músculo que es de aproximadamente un minuto (*Watanabe y cols. 2005*.)

Con respecto a la posición del dinamómetro a ocupar en las mediciones existen diversas investigaciones. Haarkönen obtuvo como resultado que la mayor fuerza se realiza en la posición III, con excepción de las mujeres mayores de 50 años. Y comprobó que el tamaño de la mano no afecta significativamente tanto en la fuerza de la mano, como en la posición del dinamómetro que se debe ocupar. La ASHT recomienda la posición II para la medición de la fuerza máxima. Esta posición es el criterio recomendado para estudios donde se busca obtener datos normativos (*Boadella y cols. 2005*). Firrel realizó un estudio que apoya el uso de la posición II. Él estudió a 288 sujetos y encontró que el 89% de ellos realizaron mayor fuerza en posición II, y sólo el 8% en posición III. Además, él no vio una relación evidente entre mayor fuerza, el peso corporal o el tamaño de la mano.

Acerca de la variabilidad de las mediciones, Ashford dice que esta tiene una gran dependencia del sujeto que realiza la fuerza, es por esto que es importante realizar

tres intentos al momento de medir. Mathiowetz encontró la mayor validez al realizar tres intentos para ambas manos. Hamilton – Fairfax comprobó que las mujeres tienen mayor variabilidad entre los intentos en comparación a los hombres, pero concluyó que no hay diferencias significativas entre dos mediciones en diferentes días, ni tampoco en diferentes horas en un mismo día.

Se han hecho estudios para comparar la consistencia del valor máximo con la del valor promedio de tres mediciones dinamométricas de la fuerza de puño. Se encontró al respecto que ambas técnicas son altamente consistentes, sin diferencias significativas entre ambas (*Haidar 2004*).

Varios autores han tenido como objetivo establecer datos normativos para la población de sus respectivos países. Se han encontrado algunas diferencias metodológicas entre ellos, las cuales se resumen en el cuadro siguiente:

Resumen de estudios en el extranjero						
Autor	País	N° de sujetos	Rango de edad (años)	Posición ocupada	N ° de intentos	Postura del sujeto
MASSY-WESTROPP	Australia	419	18 a 97	II	1	Sentado
MATHIOWETZ	Estados Unidos	628	20 a 94	II	3	Sentado
TORRES COSCOYUELA	España	360	20 a 80	III	2	Sentado
HARKÖNEN	Finlandia	204	19 a 62	Todas	2	Sentado
STAFILAS	Grecia	232	21 a 58	*	3	De pie

* No se menciona en el estudio

MATERIAL Y MÉTODO

Hipótesis

- 1.- La variabilidad de la fuerza de puño de la mano dominante y no dominante de las mujeres es menor que la de los hombres en cada grupo etario.
- 2.- Existe correlación entre el largo de la mano y la fuerza de puño en el grupo estudiado.
- 3.- Existe correlación entre el ancho de la palma y la fuerza de puño en el grupo estudiado.

Variables

- Fuerza de puño (conceptual): Fuerza ejercida al realizar puño cilíndrico.
- Fuerza de puño (operacional): Uso del dinamómetro Jamar.
- Dominancia manual (conceptual): Manifestación del comportamiento de la dominancia cerebral en el cual existe un uso preferencial o un funcionamiento superior, ya sea del lado derecho o del izquierdo de la mano.
- Dominancia manual (operacional): Pregunta al sujeto entrevistado.
- Largo de la mano (conceptual): Distancia entre el extremo distal del tercer dedo hasta la línea media del pliegue distal de la muñeca cuando el antebrazo y la mano están supinados sobre una mesa.
- Largo de la mano (operacional): Medición con una regla métrica.
- Ancho de la mano (conceptual): Distancia entre la zona radial lateral de la segunda articulación MCF hasta la zona ulnar medial de la quinta articulación MCF.
- Ancho de la mano (operacional): Medición con una regla métrica.

Diseño de investigación

Tipo de estudio

Estudio de tipo no experimental transversal descriptivo para hipótesis 1.

Estudio de tipo no experimental transversal correlacional para hipótesis 2 y 3.

Población de estudio

Población total

La población en estudio está dada por los sujetos sanos entre 20 y 70 años de la Región Metropolitana.

Criterios de inclusión

- Sujetos entre 20 y 70 años de edad que vivan en la Región Metropolitana en el año 2005.
- Ausencia de dolor reciente en las manos, brazos y columna cervical.
- La persona debe ser capaz de realizar sus actividades habituales sin alguna restricción causada por algún problema de salud.

Criterios de exclusión

- Cualquier patología que afecte la fuerza de sus extremidades superiores como por ejemplo, Síndrome del Túnel Carpiano, Atrapamiento del Canal de Guyon, fracturas de falanges, MTC, huesos del carpo y extremo distal del radio, Enfermedad de Kiembock, Enfermedad de Madelung, Tenosinovitis de flexores y de extensores del carpo, Tenosinovitis de Quervain, Síndrome del Manguito Rotador, Síndrome de Dolor Regional Complejo, malformaciones congénitas, y Epicondilalgia medial y lateral, salvo procesos involutivos secundarios propios de la edad.
- Pacientes que presenten alteraciones en la sensibilidad de la mano.
- Lesiones Neurológicas Periféricas.

- Pacientes que presenten enfermedades sistémicas metabólicas, como Artritis Reumatoide, Diabetes.
- Presencia de dolor inespecífico en la extremidad superior.
- Haber transcurrido menos 6 meses desde el alta de una hospitalización por cualquier otro proceso.
- Realización habitual de trabajos de alta demanda de extremidad superior.
- Deportistas profesionales.

Muestra

El presente estudio se hizo sobre una muestra de 839 sujetos voluntarios sanos de la Región Metropolitana, hombres y mujeres entre 20 y 70 años, con una distribución por rango etario de mínimo 40 sujetos.

Tipo de muestreo

Es de tipo no probabilística por sujetos voluntarios. Los lugares de toma de muestra fueron los siguientes:

- Salas de espera (Clínicas, Instituto Traumatológico y Megasalud de San Bernardo).
- Universidades y Colegios (profesores, auxiliares y alumnos).

Selección de la muestra

La selección de la muestra es de carácter polietápica, con una primera etapa de selección del establecimiento (no probabilística por conveniencia) y una segunda etapa de selección de los sujetos de cada establecimiento (no probabilística por conveniencia).

Instrumento de recolección de datos:

- Ficha de evaluación dinamométrica.
- Dinamómetro de Jamar.
- Regla métrica.

Procedimiento:

La aprobación para este estudio fue evaluada por el Departamento científico docente de Ortopedia y Traumatología de la Universidad de Chile.

La elección de los sujetos voluntarios fue realizada en base a la disponibilidad de éstos en las salas de espera del Instituto Traumatológico, en la Clínica Santa María, en la Clínica Alemana y Megasalud de San Bernardo, como también de la disponibilidad de éstos en la Universidad de Chile, la Universidad de la Tercera Edad y el colegio Antihue de la Florida. Cabe mencionar que tanto en el Instituto Traumatológico, como en las clínicas y en Megasalud, los sujetos medidos fueron sujetos que sí cumplieron con los criterios de inclusión, y mayormente fueron sujetos que acompañaban a sus familiares.

El procedimiento se inicia con el llenado de la ficha de datos personales del sujeto (nombre, edad y dominancia) (Apéndice 1), y se evalúa por medio de preguntas si cumple con los criterios de inclusión del estudio. A continuación se indica a la persona la posición que debe adoptar, según la Asociación Americana de Terapeutas de la Mano. Esta posición es de pie, hombro aducido y neutralmente rotado, codo flectado en 90°, muñeca en posición neutral y manilla tomada con garra cilíndrica con el reloj del instrumento mirando hacia el evaluador en posición II (*O'Driscoll y cols. 1992*). El dinamómetro es sostenido suavemente por el evaluador (Fig. 1). Luego se explica al sujeto que debe realizar la empuñadura con la máxima fuerza posible mediante un impulso rápido pero continuado, hasta alcanzar la máxima potencia. Se realiza una demostración de la acción a realizar. Entonces se le pide apretar el dinamómetro lo más fuerte que se pueda (Fig. 2). Después de la primera evaluación dinamométrica se realiza la medición del largo y ancho de ambas manos (Fig. 3 y 4). Luego la persona ejecuta el segundo intento. Al finalizarlo se completa la ficha de datos personales (RUT, ocupación y teléfono), y se realiza la última presión. Se efectúan, en total, tres mediciones para cada mano, partiendo con la mano dominante y esperando un intervalo, como mínimo de 60 segundos, para permitir la recuperación fisiológica del músculo y para evitar el proceso de fatiga muscular. Todas las mediciones fueron registradas en kilogramos. El dato recogido es el mejor de los tres intentos.



Figura 1. Medición de la fuerza. El sujeto adopta la postura aceptada por la Asociación Americana de Terapeutas de la Mano (ASHT) para la medición dinamométrica de la fuerza de puño, mientras el evaluador sostiene suavemente el dinamómetro.



Figura 2. Dinamómetro Jamar. Para este estudio se tabularon los datos en kg. En este caso el visor marca 18 kg.

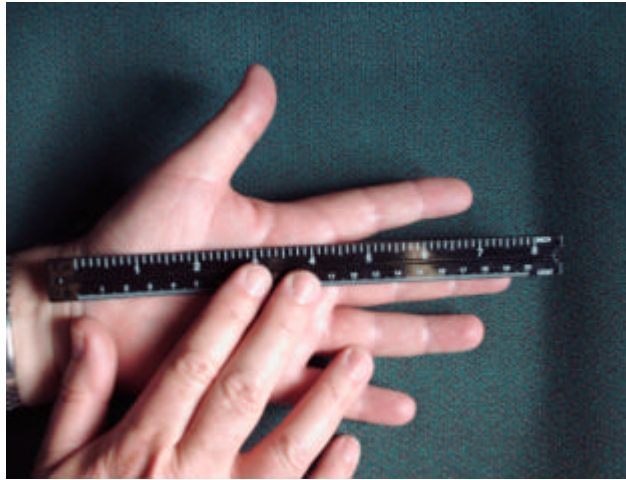


Figura 3. Medición del largo de la mano. Es la distancia entre el extremo distal del tercer dedo hasta la línea media del pliegue distal de la muñeca.



Figura 4. Medición del ancho de la mano. Distancia entre la zona radial lateral de la segunda articulación MCF hasta la zona ulnar medial de la quinta articulación MCF.

Análisis de datos:

Se utilizó el software Microsoft Excel tanto para la tabulación de los datos, como para el análisis de los resultados. Los sujetos fueron separados por género y edad. La muestra está descrita en términos de media aritmética y desviación estándar. Para determinar la relación entre las variables largo y fuerza de puño, y ancho y fuerza de puño, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson. La Prueba T se utilizó para analizar la significancia del coeficiente de correlación. Para determinar la diferencia entre la variabilidad de las mujeres y los hombres para ambas manos en cada grupo etario se ocupó la Prueba F. Un p value menor a 0,05 fue considerada evidencia de hallazgos estadísticamente significativos tanto para la Prueba T, como para la Prueba F.

RESULTADOS

Los promedios de la fuerza de puño para cada rango etario se tabularon en la tabla 1. Del total de sujetos se desprende que en los hombres la máxima fuerza es alcanzada para la MD entre los 20 y 24 años, y para la MND entre los 30 y 34 años (Fig. 6). En las mujeres la máxima fuerza es alcanzada para ambas manos entre los 35 y 39 años (Fig. 7). Además las mujeres presentan menor fuerza que los hombres en todas las edades tanto para la MD (Fig. 5), como para la MND (Fig. 15, apéndice 2).

Tabla 1. Promedios de fuerza de puño de hombres y mujeres para ambas manos.

Se tabularon los promedios de fuerza de puño de la MD y la MND para cada rango etario para hombres y mujeres. Se calcularon además las desviaciones estándar.

Edad (Años)	Fuerza Hombres		Fuerza Mujeres	
	Mano dominante	Mano no dominante	Mano dominante	Mano no dominante
20 – 24	51 ± 2,7	48,3 ± 2,65	30,8 ± 4,8	29 ± 4,55
25 – 29	47,8 ± 2,75	46,2 ± 3	32,7 ± 3,45	30,5 ± 3,6
30 – 34	50,6 ± 2,6	49,5 ± 2,7	31,7 ± 3,8	30,5 ± 3,6
35 – 39	48,6 ± 3,1	46,7 ± 3	34 ± 3,35	32,2 ± 2,95
40 – 44	49,9 ± 2,85	47,8 ± 2,65	30,5 ± 4,15	29,3 ± 3,6
45 – 49	47,4 ± 2,75	45,9 ± 2,6	31,4 ± 3,6	29,4 ± 3,7
50 – 54	45,2 ± 2,1	43,2 ± 2,25	30,3 ± 3,4	29,2 ± 3,65
55 – 59	46 ± 2,85	44,3 ± 2,6	27,5 ± 3,2	26 ± 3,1
60 – 64	46,1 ± 1,7	44,4 ± 1,95	28,5 ± 2,55	26,3 ± 2,5
65 – 70	38,3 ± 2,5	37,3 ± 2,25	26,7 ± 3,8	25,3 ± 4,5

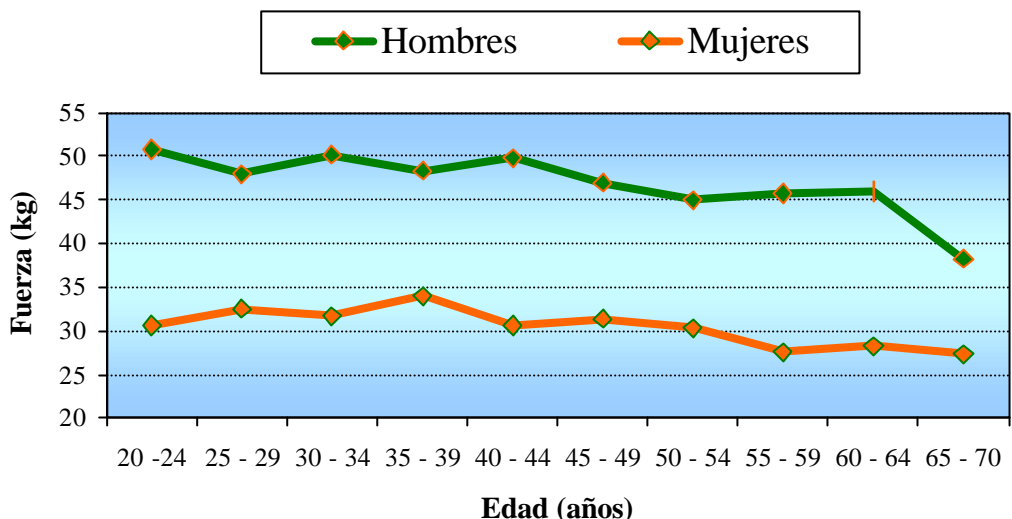


Figura 5. Promedio de fuerza de puño de la mano dominante. Se comparan los valores obtenidos para la MD entre hombres y mujeres en todos los rangos etarios.

En las figuras 6 y 7, se pueden visualizar las diferencias en cada sexo entre la MD y la MND. Los valores promedios de fuerza de puño encontrados en la MD fueron mayores que en la MND para ambos sexos en todas las edades. La diferencia de fuerza entre ambas manos en todas las categorías no supera el 7,4%.

Los valores de la desviación estándar en todos los rangos etarios para ambos sexos se han tabulado en la tabla 1. Las mujeres presentan desviaciones estándar menores que los hombres en todas las edades. Por lo tanto la variabilidad de la fuerza de puño de la MD y la MND de las mujeres es menor que la de los hombres en cada grupo etario. Esta diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para la MD en los grupos de 25 a 29, 35 a 39, 45 a 49, 55 a 59 y 65 a 70 años. Para la MND es estadísticamente significativo en los grupos de 25 a 29, 35 a 39, 55 a 59, 60 a 64 y 65 a 70 años.

La desviación estándar máxima tanto para la MD y la MND de los hombres se presenta en el rango de fuerza máxima (20 a 24 años), correspondiendo a 9,6 kg. y 9,1 kg respectivamente. La desviación estándar máxima para la MD y la MND de las mujeres también se presenta en el rango de fuerza máxima (35 a 39 años), correspondiendo a 6,2 kg y 6,0 kg respectivamente.

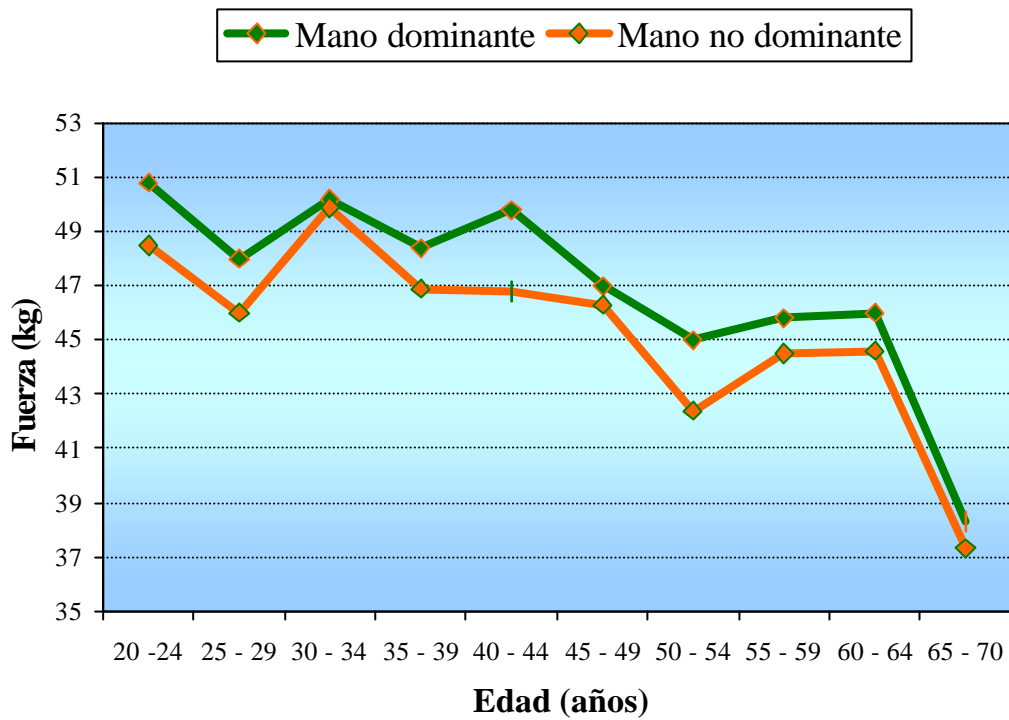


Figura 6. Promedio de fuerza de puño en hombres. Se comparan los valores obtenidos de los hombres para todas las edades entre la MD y la MND.

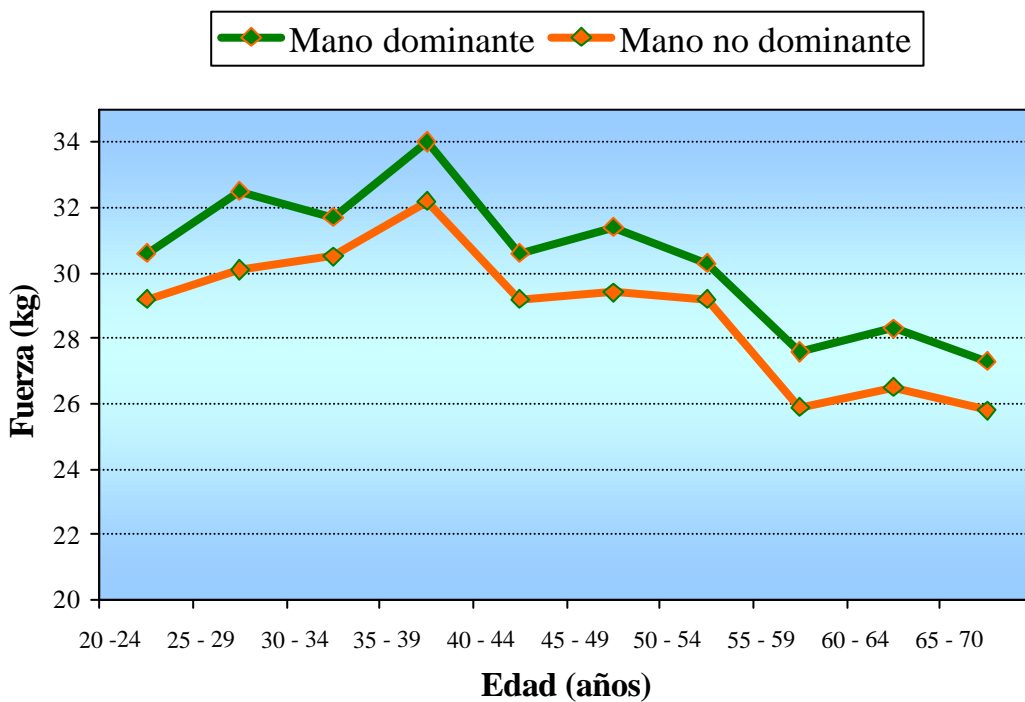


Figura 7. Promedio de fuerza de puño en mujeres. Se comparan los valores obtenidos de las mujeres para todas las edades entre la MD y la MND.

Los coeficientes de correlación entre la fuerza de puño y el largo y ancho de la mano de los hombres y mujeres en cada rango etario se tabularon en las tablas 2 y 3 respectivamente. Los valores destacados en las tablas corresponden a los coeficientes de correlación estadísticamente significativos ($p < 0,05$). Con respecto al largo de la mano, solamente en una categoría, hombres de 65 a 70 años de la MND, este coeficiente resultó ser negativo. En dos categorías estas variables no presentan ninguna correlación, una para la MD y la otra para la MND en los hombres. Con respecto al ancho de la mano no se presentan categorías donde la correlación sea inversa. En tres categorías estas variables no presentan ninguna correlación, dos para la MD en hombres y una para la MND en mujeres. Los coeficientes de correlación para todos los rangos etarios se tabularon en la tabla 4 y se graficaron en las figuras 8 a 11 para las MD y en las figuras 16 a 19 para las MND (Apéndice 3).

Tabla 2. Coeficiente de correlación en hombres. Se calculó la correlación entre el largo y la fuerza de puño, y entre el ancho y la fuerza de puño para ambas manos. M = Masculino, Lo = Largo de la mano, A = Ancho de la mano, Fza MD = Fuerza de la mano dominante, Fza MND = Fuerza de la mano no dominante.

Sexo	Edad	Lo/fza MD	Lo /fza MND	A /fza MD	A/fza MND
M	20	0,6	0,6	0,4	0,5
M	25	0,3	0,2	0	0,2
M	30	0,4	0,4	0,2	0,4
M	35	0,3	0,3	0,3	0,3
M	40	0,3	0,3	0,2	0,1
M	45	0,1	0	0,1	0,1
M	50	0,2	0,2	0,1	0,2
M	55	0	0,1	0	0,1
M	60	0,5	0,5	0,2	0,1
M	65	0,3	-0,1	0,3	0,4

Tabla 3. Coeficientes de correlación en mujeres. Se calculó la correlación entre el largo y la fuerza de puño, y entre el ancho y la fuerza de puño para ambas manos. F = Femenino, Lo = Largo de la mano, A = Ancho de la mano, Fza MD = Fuerza de la mano dominante, Fza MND = Fuerza de la mano no dominante.

Sexo	Edad	Lo/fza MD	Lo /fza MND	A /fza MD	A/fza MND
F	20	0,3	0,5	0,3	0,4
F	25	0,6	0,3	0,6	0,3
F	30	0,5	0,4	0,3	0,3
F	35	0,3	0,2	0,3	0,3
F	40	0,5	0,3	0,4	0,4
F	45	0,5	0,5	0,4	0,5
F	50	0,4	0,3	0,5	0,4
F	55	0,3	0,3	0,1	0
F	60	0,2	0,4	0,2	0,4
F	65	0,4	0,5	0,4	0,5

Tabla 4. Coeficientes de correlación para todos los rangos etarios en hombres y mujeres.

	Mujer		Hombre	
	Dominante	No dominante	Dominante	No dominante
Lo / fza	0,4	0,3	0,3	0,2
A / fza	0,3	0,3	0,2	0,2

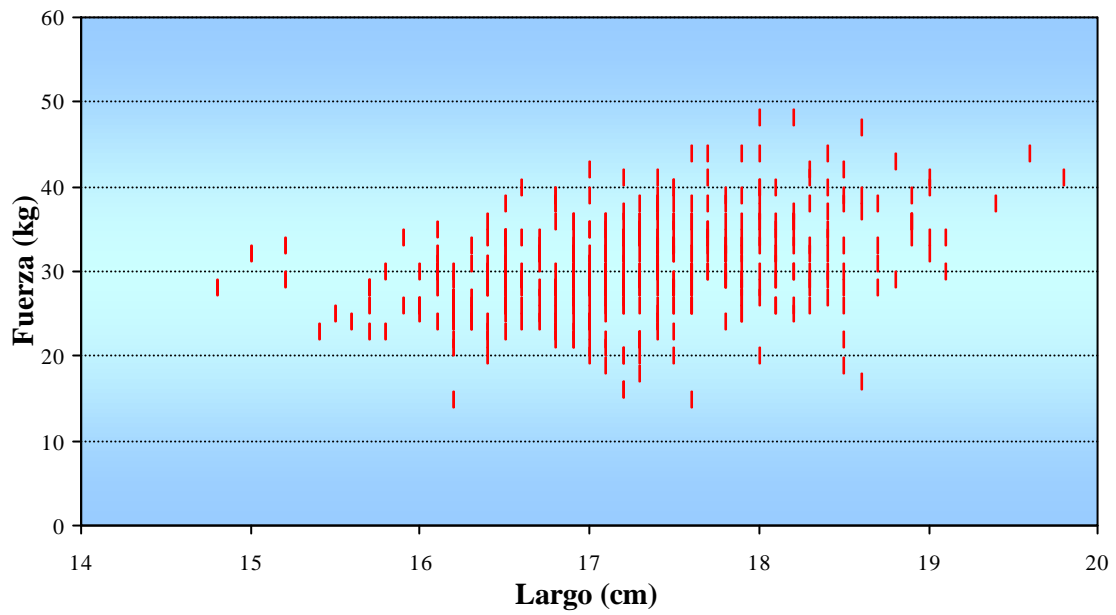


Figura 8. Dispersión de la correlación entre el largo y la fuerza de la mano dominante de las mujeres.

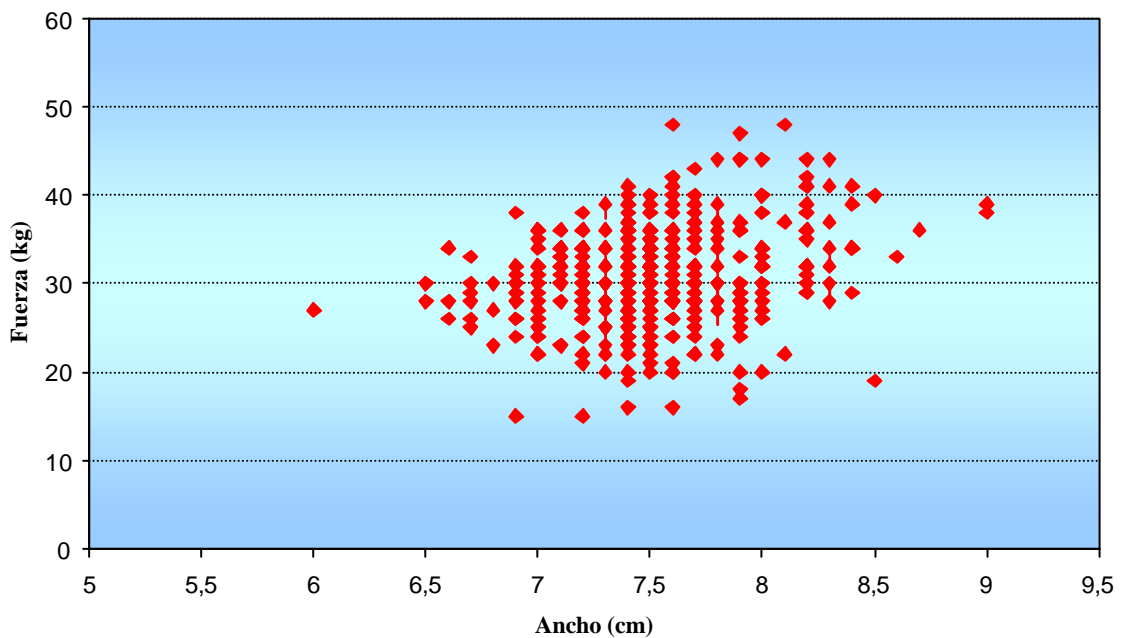


Figura 9. Dispersión de la correlación entre el ancho y la fuerza de la mano dominante de las mujeres.

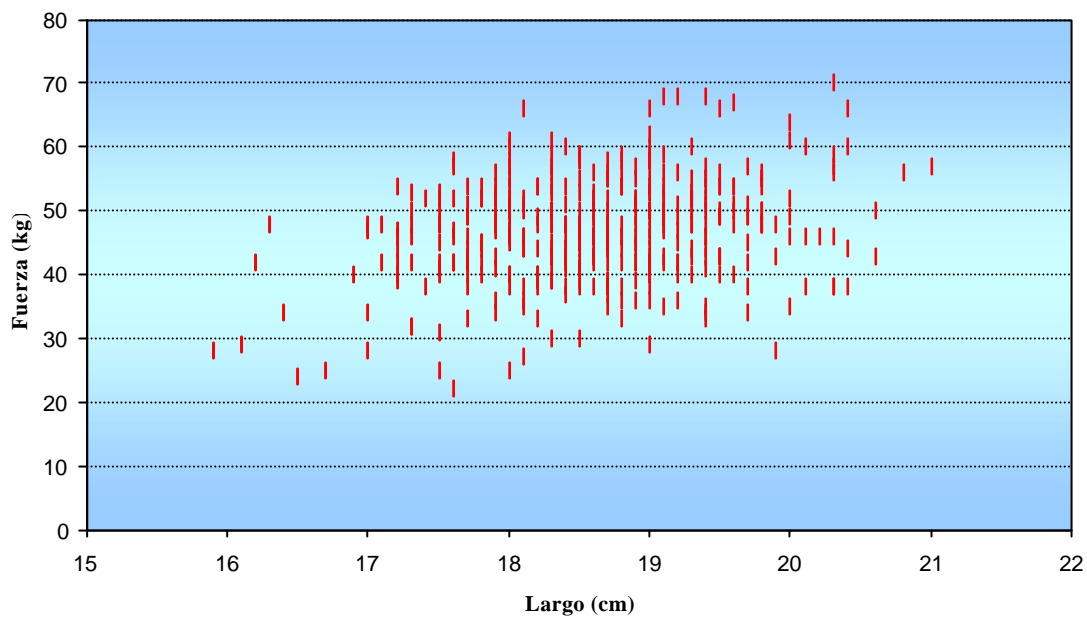


Figura 10. Dispersión de la correlación entre el largo y la fuerza de la mano dominante de los hombres.

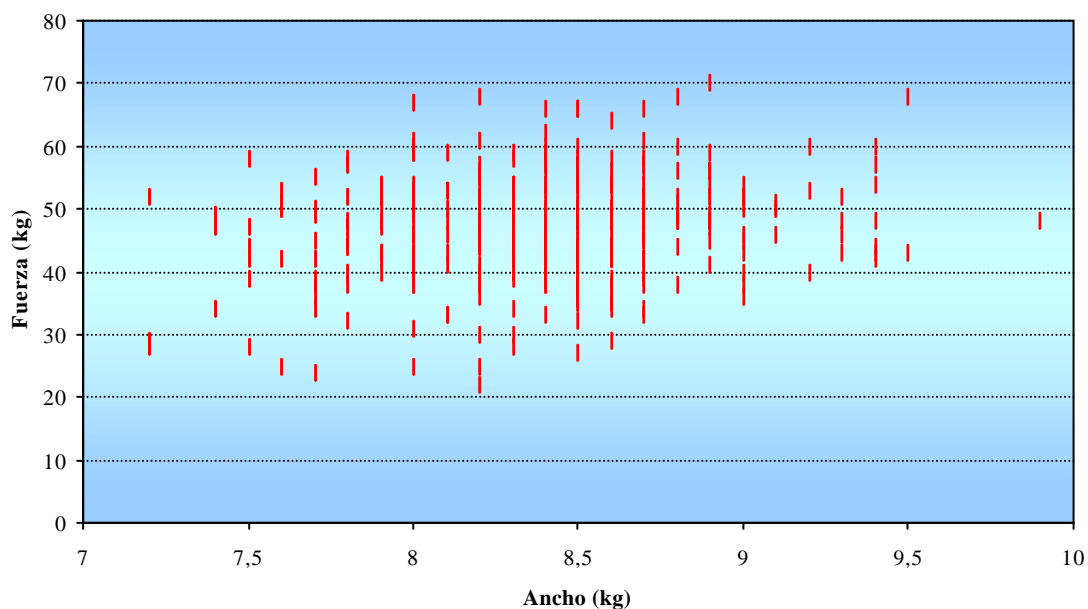


Figura 11. Dispersión de la correlación entre el ancho y la fuerza de la mano dominante de los hombres.

CONCLUSIONES

- La variabilidad de la fuerza de puño de las mujeres es menor que la de los hombres para ambas manos en todos los rangos etarios. Esta diferencia es estadísticamente significativa sólo para algunos rangos etarios, tanto para hombres como para mujeres.
- El largo de la mano y la fuerza de puño se correlacionan de forma directa. La correlación entre ambas variables es baja. Esta correlación es estadísticamente significativa sólo para algunos rangos etarios, tanto para hombres como para mujeres.
- El ancho de la mano y la fuerza de puño se correlacionan de forma directa. La correlación entre ambas variables es baja. Esta correlación es estadísticamente significativa sólo para algunos rangos etarios, tanto para hombres como para mujeres.

DISCUSIÓN

Si comparamos los resultados obtenidos en este estudio con estudios anteriores, encontramos diferencias en varios aspectos. La mayoría ha separado a la población en décadas. En el presente estudio se dividió en rangos de cinco años, siendo los valores obtenidos más exactos. Además este estudio se basa en una muestra mayor que los demás, 839 sujetos. Otra diferencia es el número de intentos realizados para registrar la fuerza máxima. Mathiowetz indica que el registro más fiable es el promedio de tres intentos. Massy – Westropp concluye que se debe realizar sólo un intento para evitar la fatiga. En nuestra opinión, se deben ocupar tres intentos esperando entre ellos un mínimo de un minuto. Este número de intentos es necesario, ya que hemos visto que en muchos casos la máxima fuerza se encontró en el tercer intento. Además el dato registrado debe ser el mejor de los tres intentos, en vez del promedio.

Al comparar los valores máximos de nuestro estudio con los valores obtenidos por Torres, vemos que en las mujeres el rango de edad coincide en ambas manos (30 a 40 años), pero el valor de las mujeres de la Región Metropolitana es 1 kg mayor. Torres obtuvo el peak de fuerza de la MD de los hombres en un rango etario más amplio que el nuestro, de los 20 a los 50 años. El peak de los hombres en el presente estudio se encuentra entre los 20 y los 24 años. Para la MND Torres obtuvo su peak entre los 31 a 50 años. Este rango nuevamente es más amplio que el nuestro (30 a 34 años). Para ambas manos los valores máximos son bastante similares en comparación con los nuestros.

Haciendo el mismo análisis anterior vemos una diferencia con Massy-Westropp, ya que su peak se presenta en las mujeres en el rango de 25 a 34 años para ambas manos. Para la MND además, presenta el mismo valor en el rango de 45 a 54 años. Para ambas manos los valores de la Región Metropolitana son mayores en 2 kg. En los hombres también se ven diferencias, ya que Massy-Westropp presenta su peak para la MD entre los 25 y 34 años, y para la MND, entre los 35 y 44 años. Nuestros valores máximos son levemente inferiores a los australianos.

El objetivo principal de nuestro estudio era obtener valores promedio para la población sana (Tabla 1). Entonces podemos comparar estos promedios con los valores de otros países. En cuanto a los valores españoles, el promedio de fuerza de los hombres chilenos es más bajo en 2 kg. en todos los rangos etarios, con excepción del rango 61 a 70 años, donde los hombres de nuestro país resultaron ser más fuertes en 3 kg para la MD y 5 kg para la MND. En relación a las mujeres los valores promedios se mantuvieron similares en todos los rangos etarios, variando sólo por miligramos.

En relación a los australianos, la comparación no es uniforme como es en el caso de los españoles, por lo que las diferencias en kilogramos se resumen en las tablas 5 y 6 (Apéndice 4).

Si comparamos los valores promedios obtenidos en Finlandia por Haarkönen, podemos decir que los hombres menores de 50 años de la Región Metropolitana tienen mayor fuerza (2 kg). Los mayores de 50 años presentan una fuerza menor que los finlandeses en 2 kg. La misma situación ocurre en las mujeres, pero con una diferencia de 1 kg.

De este análisis se puede concluir que los valores promedio de la población de la Región Metropolitana son bastante similares a los estudios extranjeros. Esto se demuestra teniendo en cuenta que las desviaciones estándar fluctúan entre 3,4 y 9,6 kg, y las diferencias con los estudios anteriores no son mayores a 6 kg.

Debemos mencionar que los estudios con los cuales hemos comparado nuestros promedios han dividido su población de diferente forma que el nuestro. Es por esto que para realizar las comparaciones, hemos promediado los valores de algunas de nuestras categorías, haciendo así los análisis con estos valores promedios.

Para todas las categorías en ambos sexos la fuerza de la mano no dominante es menor que la fuerza de la MD. La diferencia de fuerza entre ambas manos en todas las categorías no supera el 7,4%. Esto concuerda con otros estudios realizados previamente (*Desrosiers y cols. 1995, Mathiowetz y cols. 1985, Schmidt y cols. 1970*).

Los valores presentados en la tabla 1 en el presente estudio son válidas para todos los sujetos de la Región Metropolitana, sea su MD la derecha o la izquierda, debido a las siguientes razones: primero, porque el número de zurdos incluidos en este estudio, 48 (5,6% del total), no es significativo para extrapolar los datos a una población mayor. Además el comportamiento de los valores de fuerza en diestros y zurdos es bastante similar en cuanto a que los promedios de fuerza de la mano izquierda en los zurdos se corresponden con los promedios de la mano derecha en los diestros. Lo mismo ocurre para la MND. De los 48 zurdos, sólo 14 presentaron mayor fuerza en la mano no dominante, y 3 presentaron una igual fuerza en ambas manos.

En este estudio hemos concluido que el largo, el ancho y la fuerza de puño sí presentan una correlación directa. Al analizar los coeficientes de correlación en todos los rangos etarios en conjunto, tanto para hombres como para mujeres, estos no superan el valor de 0,4. Esto demuestra que la correlación existe, aunque es bastante baja (Tabla 4). Al calcular la correlación en cada rango etario se obtuvo un valor máximo de 0,6 en algunos grupos (Tablas 2 y 3), lo que sigue demostrando que la correlación no es alta. Esto nos lleva a concluir que el largo y el ancho de la mano no son factores que nos permitan predecir la fuerza de un sujeto.

Una limitación del presente estudio es el tipo de muestreo que realizamos, ya que fue por conveniencia y no de forma aleatoria. Tratamos de contrarrestar esta limitación realizando nuestras mediciones en lugares que varían entre sí tanto desde el punto de vista socioeconómico como geográfico, aunque siempre dentro de la Región Metropolitana.

Dadas las características del estudio logramos confeccionar tablas de valores normales para sujetos sanos de la Región Metropolitana. Al momento de ocupar estos valores de referencia se debe tener en cuenta las altas desviaciones estándar. Así se puede afirmar que el rango de normalidad para cada categoría es amplio.

PROYECCIONES

Con la realización del presente estudio se han establecido los valores normales para los sujetos adultos sanos mayores de 20 años de la Región Metropolitana. Sería de utilidad práctica el establecer los valores normales de fuerza de puño necesarios para la realización de las actividades de la vida diaria.

Además sería de utilidad confeccionar una tabla de normalidad para la población chilena sana medida con un dinamómetro electrónico, para así poder realizar comparaciones con el dinamómetro Jamar.

En cuanto a los parámetros antropométricos encontrados en nuestro estudio (largo y ancho de la mano y su relación con la fuerza promedio), se podrían realizar estudios ergonómicos, por ejemplo para la confección de herramientas o de puestos de trabajo, considerando los parámetros anteriormente descritos para cada grupo estudiado.

Las tablas de normalidad para nuestra población serían de gran utilidad en cuanto a la realización de estudios comparativos entre la fuerza de personas sanas y con patologías. Se podría establecer cuál es el grado de disminución de la fuerza promedio en estas patologías o establecer el grado de recuperación posterior a la rehabilitación en términos de fuerza encontrada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ashford RF., CA. Pasadena, S. Nagelburg, R. Adkins, Downey. 1996. Sensitivity of the Jamar Dynamometer in detecting submaximal grip effort. *J hand Surg.* 21A: 402 - 405.
2. Bassey EJ., UJ. Harries. 1993. Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clin Sci (Lond).* 84(3):331-7.
3. Bechtol, CO. 1954. Grip test: Use of dynamometer with adjustable handle spacings. *J Bone Joint Surg* 36A: 820 – 824.
4. Boadella, JM., PP. Kuijer, JK. Sluiter, MH. Frings-Dresen. 2005. Effect of self-selected handgrip position on maximal handgrip strength. *Arch Phys Med Rehabil.* 86(2):328-31.
5. Castillo, F., J.P. Martínez. 2003. Estudio de asociación entre la evaluación radiológica y la evaluación funcional en pacientes con fractura de extremo distal de radio de más de un año de evolución, manejada ortopédicamente en el Instituto Traumatológico de Santiago.
6. Cauley JA., AM. Petrini, RE. LaPorte, RB. Sandler, CM. Bayles, RJ. Robertson, CW. Slemenda. 1987. The decline of grip strength in the menopause: relationship to physical activity, estrogen use and antropometric factors. *J Chronic Dis.* 40(2):115-20.
7. Clerke A., J. Clerke, R. Adams. 2005. Effects of hand shape on maximal isometric grip strength and its reliability. *J Hand Ther.* 18(1): 19 – 29.
8. Crosby, C., M. Wehbe. 1994. Hand strength: normative values. *J Hand Surg.* 19A: 650 – 670.
9. Desrosiers J., G. Bravo, R. Hebert, E. Dutil. 1995. Normative data for grip strength of elderly men and women. *Am J Occup Ther.* Jul-Aug;49(7): 637-44.
10. Evarts, C. 1983. *Surgery of the musculoskeletal system.* Vol 1. Churchill Livingstone Inc. USA.
11. Firrel, JC., GM. Crain. 1996. Which setting of the dynamometer provides maximal grip strength?. *J hand Surg.* 21A: 397 – 401.
12. García – Elias, M. 1997. Kinetic análisis of carpal stability during grip. *Hand Clinics* 13(1): 151 – 158.

13. Gómez S., E. Navarrete, I. Sepúlveda, E. Lobos. 1998. Datos normativos de la fuerza de agarre en sujetos en edad laboral en el Área Metropolitana. *Revista Chilena de Rehabilitación de la Mano*. 1: 7-13.
14. Haidar, SG., D. Kumar, RS. Bassi, SC. Deshmukh. 2004. Average versus maximum grip strength: which is more consistent? *J Hand Surg [Br]*. Feb;29(1): 82-4.
15. Hamilton – Fairfax, A., R. Balnave, R. Adams. 1995. Variability of grip strength during isometric contraction. *Ergonomics*. 38: 1819 – 1830.
16. Hanten, WP., W – Y. Chen, AA. Austin, R.E. Brooks, H.C. Carter, C.A. Law, M.K. Morgan, D.J. Sanders, C.A. Swan, A.L. Vanderslice. 1999. Maximum grip strength in normal subjects from 20 to 64 years of age. *J Hand Ther*. 12: 193 – 200.
17. Haarkönen R., M. Piirtomaa, H. Alaranta. 1993. Grip strength and hand positions of the dynamometer in 204 Finnish. *J Hand Surg*. 18B: 129 – 132.
18. Incel Na., E. Ceceli, PB. Durukan, HR. Erdem, ZR. Yorgancioglu. 2002. Grip Strength: Effect of the hand dominance. *Med J*. 43(5): 234-7.
19. Josty, IC., MPH. Tyler, PC. Shewell, AHN. Roberts. 1997. Grip and pinch strength variations in different types of workers. *J Hand Surg* 22 B: 266 – 269.
20. Kozin S., S. Porter, P. Clark, J. Thoder. 1999. The contribution of the intrinsic muscles to grip and pinch strength. *J Hand Surg*. 24 A: 64 – 72.
21. Lamoreaux L, MM. Hoffer. 1995. The effect of wrist deviation on grip and pinch strength. *Clin Orthop Relat Res*. 314: 152-155.
22. Linscheid, R. 2002. Historical perspectives of finger joint motion: the hand – me – downs of our predecessors. *J Hand Surg*. 27 A: 1 – 25.
23. Mackin, E., A. Callahan, T. Skiruen, L. Schneider, A. Lee Osterman. 2003. *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. 5° Edición. St Louis, USA.
24. Magee, D. 1997. *Orthopedic Physical Assessment*. 3° Edición. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA.
25. Martin S., G. Neale, M. Elia. 1985. Factors affecting maximal momentary grip strength. *Hum Nutr Clin Nutr*. 39(2): 137-47.
26. Massy-Westropp N., W. Rankin, M. Ahern, J. Krishnan, TC. Hearn. 2004. Measuring grip strength in normal adults: Reference ranges and a comparison of electronic and hydraulic instruments. *J Hand Surg*. 29(3): 514-9.
27. Mathiowetz, V., N. Kashman, G. Volland, K. Weber, M. Dowe, S. Rogers. 1985. Grip and pinch strength: Normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 66: 69 – 74.

28. Miralles Marrero, R., M. Puig. 1998. Biomecánica clínica del aparato locomotor. Primera Edición. Masson. Barcelona, España.
29. O'Driscoll SW., E. Horii, R. Ness, TD. Cahalan, RR. Richards, An KN. 1992. The relationship between wrist position, grasp size, and grip strength. *J Hand Surg [Am]*. 17(1): 169-77.
30. Petersen P., M. Petrick, H. Connor , D. Conklin. 1989. Grip strength and hand dominance: challenging the 10% rule. *Am J Occup Ther*. 43(7): 444 - 447.
31. Richards LG. 1997. Posture effects on grip strength. *Arch Phys Med Rehabil*. 78(10): 1154-6.
32. Sande, LP., HJ. Coury, J. Oishi, S. Kumar. 2001. Effect of musculoskeletal disorders on prehension strength. *Appl Ergon*. 32(6): 609 – 616.
33. Shechtman, O., WC. Mann, MD. Justiss, M. Tomita. 2004. Grip strength in the frail elderly. *Am J Phys Med Rehabil*. 83(11): 819-26.
34. Schmidt, RT., JV. Toews. 1970. Grip strength as measured by the Jamar dynamometer. *Arch Phys Med Rehabil*. 51: 321 – 327.
35. Stafilas, K., A. Korompilias, K. Zaharis, V. Chouliaras, G. Mitsionis, P.N. Soucacos. 2003. Analysis of elements from the measurement of hand grip strength with dynamometer Jamar in population of N.W Greece. *J Bone Joint Surg*. 85B, Supplement III: 220.
36. Torres Coscoyuela, M., J. Gonzalez del Pino, J. Yañez Calvo, y E. Bartolomé del Valle. 1999. Estudio dinamométrico de la mano y el pulgar. *Revista de Ortopedia y Traumatología*. 43: 321 – 326.
37. Thorngren, KD., DO. Werner. 1979. Normal grip strength. *Acta Orthop Scand*. 50: 255 – 259.
36. Watanabe, T., K. Owashi, Y. Kanauchi, N. Mura, M. Takahara, T. Ogino. 2005. The short – term reliability of grip strength measurement and the effects of posture and grip span. *J Hand Surg* 30 A: 603 – 609.
37. Wilson F. 2002. La mano, de como su uso configura el cerebro, el lenguaje y la cultura humana. Primera Edición. Tusquets. Barcelona, España.
38. Zeynep E., M. Faisal, D. Burke, C. De Luca. 1999. Effects of aging on motor – unit properties. *J Neurophysiol* 82 (5): 2081 - 91.

ANEXOS

Anexo 1

ANATOMÍA Y ESTRUCTURA DE LA MANO

La mano estructuralmente se puede considerar como un sistema intrincado de segmentos óseos longitudinales. Los huesos están dispuestos en una serie de arcos, los cuales presentan su concavidad hacia la palma configurando una copa.

Existen 2 arcos transversos y cuatro longitudinales. El arco transverso proximal (Fig. 12) se ubica a nivel carpiano; es la concavidad formada por los huesos del carpo. Su forma es permanente. El arco distal (Fig. 13) es móvil, y se ubica a nivel de las cabezas de los metacarpianos. El II y III MTC apenas tienen movilidad, siendo un pilar fijo. En cambio, el IV MTC y sobre todo el V MTC tienen gran movilidad, permitiendo la presencia de estos arcos. (*Miralles 1998*)



Figura 12. Arco transverso proximal.

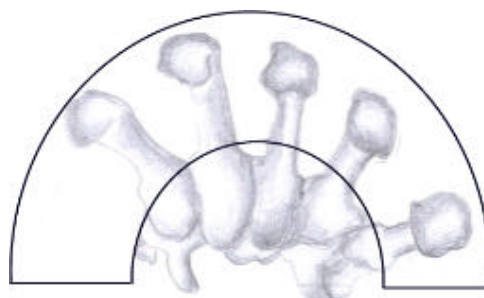


Figura 13. Arco transverso distal.

Los arcos longitudinales (Fig. 14) están formados por los huesos de cada uno de los cuatro rayos digitales. Cada dedo tiene su propio radio formado por el carpo, MTC y falanges. El centro de este arco está en la articulación MCF. Todos se reunifican a nivel del hueso grande y van a la punta de los dedos. Estos concavizan la mano para realizar la prensión.



Figura 14. Arco longitudinal.

En sentido oblicuo están los cuatro arcos de oposición del pulgar, entre éste y cada uno de los dedos, los cuales junto con los demás arcos contribuyen a una mejor estructura para la capacidad prensil de la mano.

La postura de la mano es mantenida por el tono muscular y por otras fuerzas viscoelásticas. En reposo, la mano adopta la posición funcional que es de 10° de flexión a 35° de extensión. Normalmente la muñeca está en ligera extensión ($10^\circ - 15^\circ$), y en una leve desviación ulnar. Es en esta posición donde presenta la máxima función de los dedos y del pulgar. La flexión funcional de la articulación MCF y de la articulación IFP es aproximadamente 6° . La flexión funcional de la IFD es aproximadamente de 40° .

Para el pulgar, la flexión funcional de la MCF y de la IF es aproximadamente de 20° . Con estos rangos, la mano muestra la mayor fuerza de presión. (Magee 1997)

Las principales acciones prensiles derivadas de esta postura son el tomar objetos y mantenerlos en las manos para su uso. La posición de reposo es una posición desde la cual, con un esfuerzo mínimo, la mano adopta una de sus dos posturas básicas de trabajo: la fuerza de puño y el puño de precisión. La producción de ambas acciones es una operación biomecánica extremadamente compleja, que involucra movimientos integrados en todas las articulaciones de la mano al mismo tiempo.

La fuerza de presión se desarrolla gracias al balance de fuerzas musculares interactuantes. Sin este balance se pierden los arcos longitudinales y transversos de la mano y por ende su adaptabilidad.

Anexo 2

ETAPAS DEL PUÑO

La acción de realizar un puño consta de cuatro etapas básicas, las cuales se describen a continuación:

- a) **Primera Etapa:** Abrir la mano, lo que requiere la acción simultánea de los músculos intrínsecos de la mano y a los músculos extensores largos.

- b) **Segunda Etapa:** Cerrar los dedos y el pulgar para tomar un objeto y adaptarse a la forma de él, lo que involucra a los músculos flexores intrínsecos y a los músculos de oposición.

- c) **Tercera Etapa:** Ejercer fuerza, lo que varía dependiendo del peso, características superficiales, fragilidad y uso del objeto, nuevamente involucrando a los flexores intrínsecos y extrínsecos, y a los músculos oponentes.

- d) **Cuarta Etapa:** Soltar, en lo cual se abren las manos para soltar el objeto, involucrando a los mismos músculos que se usan para abrir la mano (intrínsecos y extensores largos).

APÉNDICE

Apéndice 1

FICHA DE EVALUACIÓN DINAMOMÉTRICA:

NOMBRE	Sexo	Edad	Dom	DERECHA			IZQUIERDA			lo D	lo I	AD	AI	PESO	TALLA	
				1	2	3	1	2	3							
RUT																
FONO																
OCUPACIÓN																

Apéndice 2

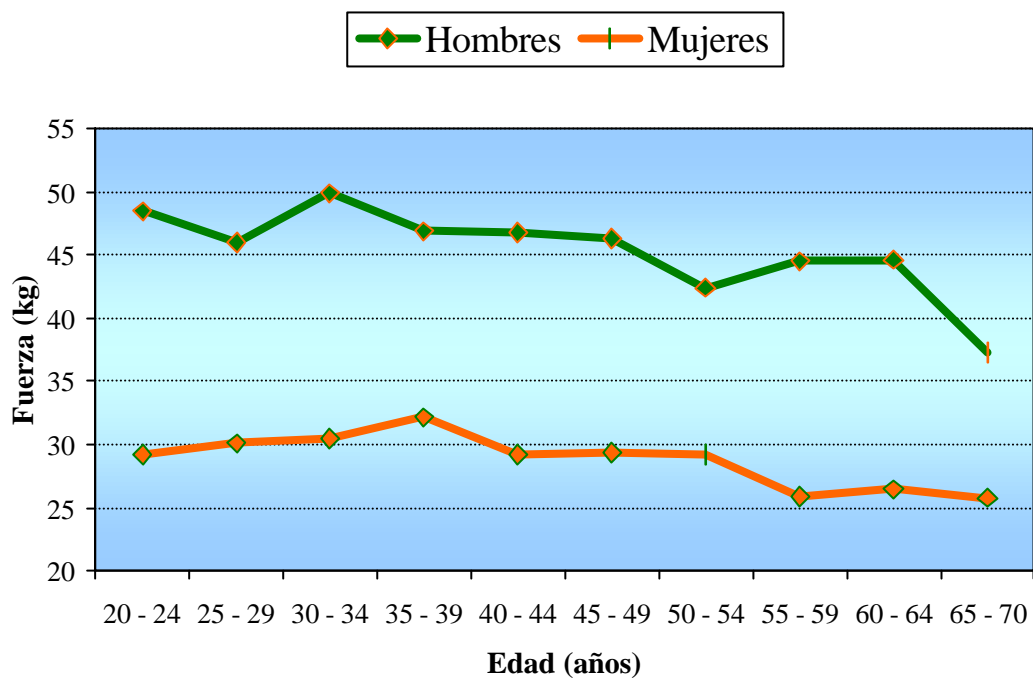


Figura 15. Promedio de fuerza de puño de la mano no dominante. Se comparan los valores obtenidos para la MND entre hombres y mujeres en todos los rangos etarios.

Apéndice 3

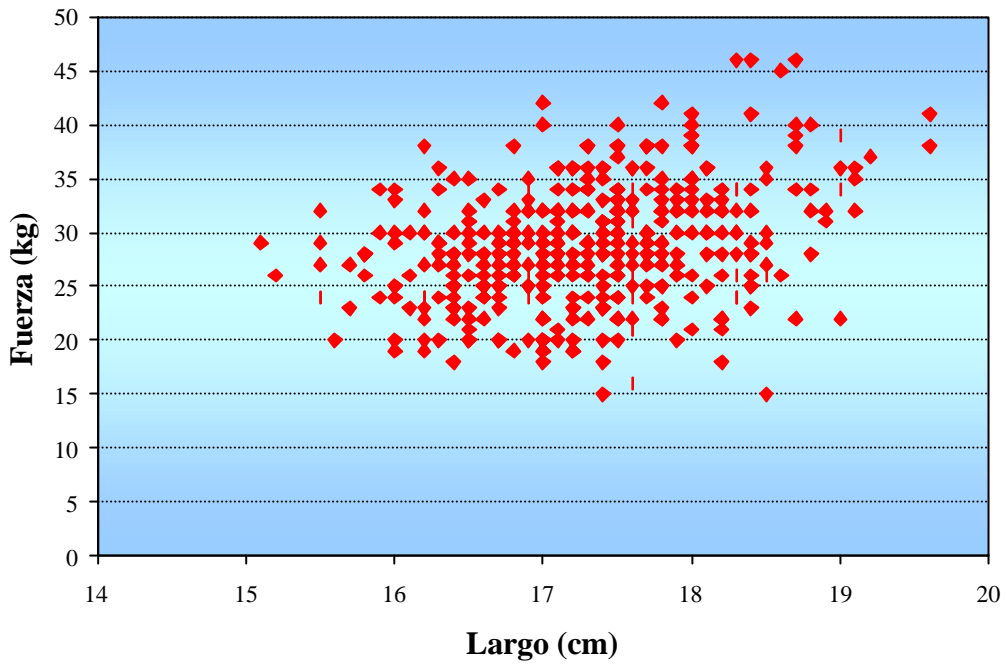


Figura 16. Dispersión de la correlación entre el largo y la fuerza de la mano no dominante de las mujeres.

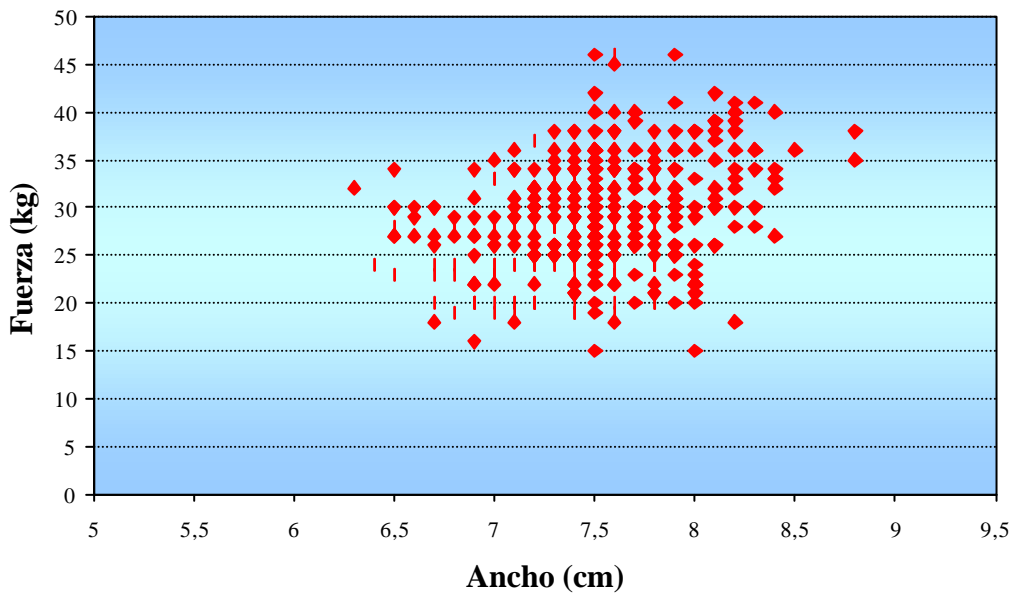


Figura 17. Dispersión de la correlación entre el ancho y la fuerza de la mano no dominante de las mujeres.

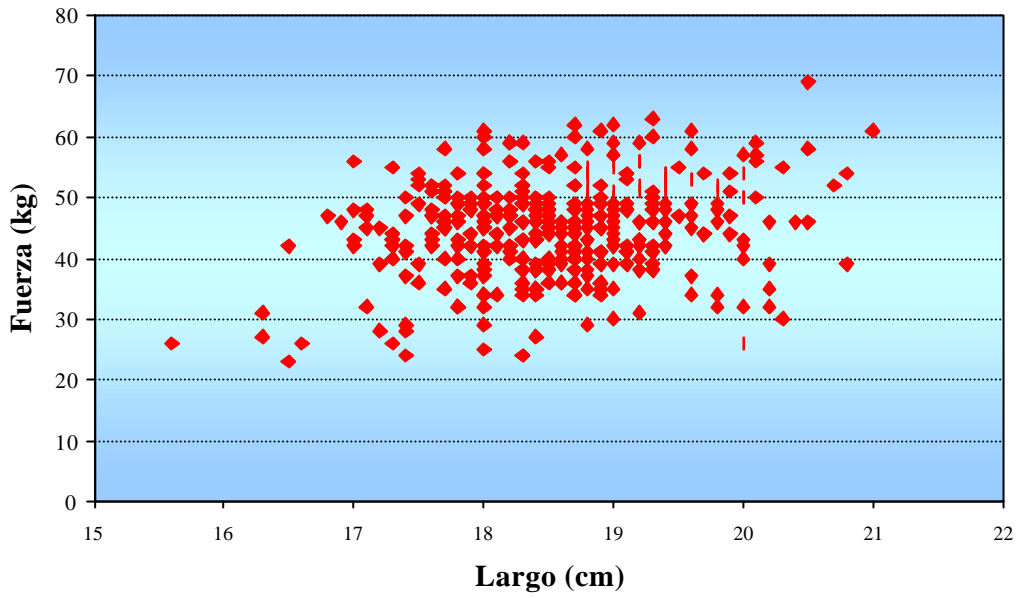


Figura 18. Dispersión de la correlación entre el largo y la fuerza de la mano no dominante de los hombres.

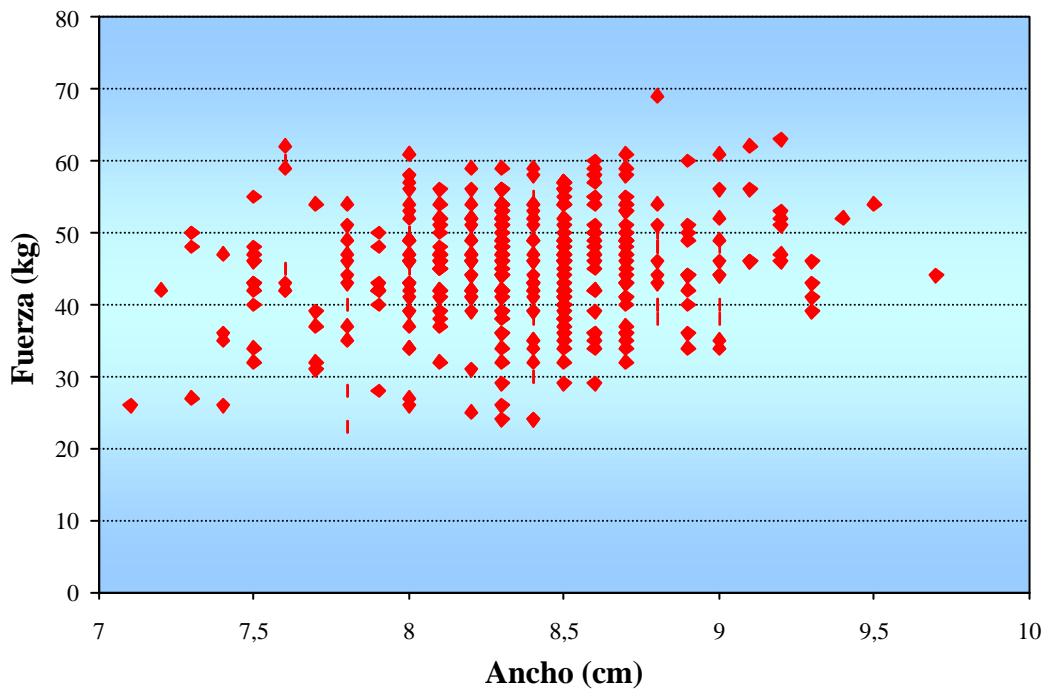


Figura 19. Dispersión de la correlación entre el ancho y la fuerza de la mano no dominante de los hombres.

Apéndice 4

	Edad					
País	18-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-70
MD						
Australia	52	53	52	51	43	45
Chile	51	49	49	46	46	38
MND						
Australia	47	50	51	50	42	39
Chile	49	48	47	44	45	37

Tabla 5. Diferencia de fuerza de puño entre hombres de la Región Metropolitana y australianos para la MD y la MND.

	Edad					
País	18-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65-70
MD						
Australia	29	32	31	29	26	22
Chile	31	32	32	30	28	27
MND						
Australia	26	30	28	30	26	22
Chile	29	30	25	31	26	26

Tabla 6. Diferencia de fuerza de puño entre mujeres de la Región Metropolitana y australianas para la MD y la MND.