



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,  
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD

CAMPO DEL CONOCIMIENTO DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD

TÍTULO:

*“FACTORES ASOCIADOS A LA FUERZA DE MANO Y VALORES DE  
REFERENCIA PARA LA POBLACIÓN MEXICANA”*

TESIS QUE PRESENTA PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS

WENDY DANIELLA RODRÍGUEZ GARCÍA

TUTORES:

Dra. Lilia Castillo Martínez

Dr. Arturo Orea Tejeda



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>9</b>
	<b>3.1 Fuerza de mano (FM)</b> .....	<b>9</b>
	3.1.1. Tipos de contracciones en la FM .....	10
	<b>3.2 Utilidad de la FM como instrumento de evaluación</b> .....	<b>11</b>
	3.2.1. Evaluación nutricional .....	11
	3.2.2. Evaluación clínica.....	12
	<b>3.3 Ventajas y desventajas de la dinamometría</b> .....	<b>17</b>
	<b>3.4 Técnica de medición de FM por dinamometría</b> .....	<b>18</b>
	3.4.1. Tipos de dinamómetros.....	18
	3.4.2. Selección de la mano a medir .....	19
	3.4.3. Posición para realizar la prueba .....	20
	3.4.4. Instrucciones para la prueba .....	20
	3.4.5. Número de intentos a medir.....	21
	3.4.6. Valor promedio o valor máximo.....	21
	3.4.7. Duración del apretón y periodo de recuperación .....	21
	<b>3.5 Factores asociados a la FM</b> .....	<b>25</b>
	3.5.1. Influencia del sexo .....	25
	3.5.2. Influencia de la edad .....	25
	3.5.3. Influencia de la talla.....	26
	3.5.4. Influencia del peso .....	27
	3.5.5. Influencia de la composición corporal (CC).....	27
	3.5.6. Influencia de la circunferencia de brazo (CB).....	30
	3.5.7. Influencia del tipo de ocupación.....	30
	3.5.8. Influencia de la actividad física .....	30
	3.5.9. Influencia de la dieta.....	31
	<b>3.6 Valores de referencia para FM en diferentes poblaciones</b> .....	<b>34</b>
<b>4.</b>	<b>MAPA CONCEPTUAL</b> .....	<b>35</b>
<b>5.</b>	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>36</b>
<b>6.</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b> .....	<b>37</b>
<b>7.</b>	<b>OBJETIVOS GENERAL</b> .....	<b>37</b>
	<b>7.1 Objetivos específicos</b> .....	<b>37</b>
<b>8.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>38</b>
	<b>8.1 Estrategia general</b> .....	<b>38</b>
	<b>8.2Diseño del estudio</b> .....	<b>38</b>
	<b>8.3 Descripción de la población</b> .....	<b>38</b>
	8.3.1. Criterios de inclusión:.....	38
	8.3.2. Criterios de exclusión .....	39
	8.3.3. Criterios de eliminación.....	39

<b>8.4 Tamaño de muestra</b> .....	<b>40</b>
<b>8.5 Selección y muestreo de la población</b> .....	<b>40</b>
<b>8.6 Procedimientos</b> .....	<b>41</b>
8.6.1 Evaluación antropométrica y de composición corporal: .....	41
8.6.2 Información de dieta, actividad física y tipo de ocupación: .....	42
<b>9. PRUEBAS PILOTO</b> .....	<b>44</b>
<b>9.1. Técnica de medición de dinamometría a utilizar</b> .....	<b>44</b>
<b>9.2. Elaboración de instrumento de medición</b> .....	<b>45</b>
Selección de personal .....	45
Capacitación .....	45
Aplicación .....	47
<b>9.3. Selección del área de trabajo y estrategias para aplicación de cuestionario</b> .....	<b>47</b>
<b>10. MARCO INSTITUCIONAL</b> .....	<b>49</b>
<b>Otros Componentes</b> .....	<b>49</b>
<b>11. PLAN DE ANALISIS</b> .....	<b>50</b>
<b>12. RESULTADOS</b> .....	<b>51</b>
<b>12.1. Precisión de los resultados</b> .....	<b>54</b>
<b>13. DISCUSIÓN</b> .....	<b>67</b>
Influencia del sexo .....	67
Influencia de la edad .....	68
Influencia de la talla .....	68
Influencia del peso .....	69
Influencia de la composición corporal (CC) .....	69
Influencia de la circunferencia de brazo (CB) .....	70
Influencia del tipo de ocupación .....	70
Influencia de la actividad física (AF) .....	70
Influencia de la dieta .....	71
Valores de referencia para la población mexicana .....	71
<b>14. CONCLUSIONES:</b> .....	<b>73</b>
<b>15. LIMITACIONES:</b> .....	<b>74</b>
<b>16. RECOMENDACIONES:</b> .....	<b>75</b>
<b>17. ANEXOS</b> .....	<b>76</b>
CUESTIONARIO PARA EVALUAR HÁBITOS DIETÉTICOS .....	76
CUESTIONARIO PARA EVALUAR ACTIVIDAD FÍSICA .....	77
IMÁGENES DE APOYO PARA EVALUAR ACTIVIDAD FÍSICA .....	79
HOJA DE VACIADO .....	81
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	85
<b>18. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>86</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS, GRÁFICAS Y TABLAS

<b>Fig. 1:</b> Músculos extrínsecos e intrínsecos que intervienen en la FM. ....	9
<b>Cuadro 1:</b> Utilidad de la FM como método de evaluación nutricional en diferentes patologías.....	15
<b>Cuadro 2:</b> Tipos de dinamómetros para medir la fuerza de mano. ....	19
<b>Cuadro 3:</b> Características de estudios y metodología utilizada en FM para todas las edades. ....	22
<b>Fig. 2</b> Principios del BIA .....	28
<b>Fig. 3:</b> Ubicación de electrodos en mano y pie.....	29
<b>Cuadro 4:</b> Estudios que relacionan variables de composición corporal a la FM en diferentes edades .	32
<b>Cuadro 5:</b> Comparación de posición para realizar la prueba de fuerza de mano. ....	44
<b>Gráfica1.</b> Distribución de la población por lugar de residencia.....	51
<b>Tabla 1.</b> Características antropométricas, corporales, fuerza de mano, actividad física, dieta y ocupación de las personas incluidas en el estudio. ....	53
<b>Tabla 2.</b> Frecuencia de la población por sexo y rango de edades. ....	54
<b>Tabla 3.</b> Fuerza de mano (kg) dividida por sexos, para cada mano y rangos de edad. ....	55
<b>Gráfica 2.</b> Relación entre fuerza de mano (kg) y edad, para ambos sexos. ....	56
<b>Tabla 4.</b> Propuesta de tablas de referencia para fuerza de mano derecha en mujeres (n=373) medidas en el Metro de la Cd. de México, 2011.....	57
<b>Tabla 5.</b> Propuesta de tablas de referencia para fuerza de mano izquierda en mujeres (n=373) medidas en el Metro de la Cd. de México, 2011.....	57
<b>Tabla 6.</b> Propuesta de tablas de referencia para fuerza de mano derecha en hombres (n=402) medidos en el Metro de la Cd. de México, 2011.....	57
<b>Tabla 7.</b> Propuesta de tablas de referencia para fuerza de mano izquierda en hombres (n=402) medidos en el Metro de la Cd. de México, 2011.....	57
<b>Gráfica 3.</b> IMC de la población, dividida por sexo.....	58
<b>Tabla 8.</b> Tipo de ocupación de la población estudiada. ....	59
<b>Gráfica 4.</b> Distribución de tipo de ocupación por sexo.....	59
<b>Tabla 9.</b> Fuerza de mano (kg) por tipo de ocupación para cada sexo. ....	60
<b>Tabla 10.</b> Correlación entre la fuerza de mano y factores asociados en la población general (n=802).	61
<b>Tabla 11.</b> Correlación entre la fuerza de mano y factores asociados en mujeres.....	62
<b>Tabla 12.</b> Correlación entre la fuerza de mano y factores asociados en hombres. ....	63
<b>Tabla 13.</b> Propuesta de tablas de referencia del índice de fuerza de mano derecha/estatura en mujeres (n=373) medidas en el Metro de la Cd. de México, 2011.....	64
<b>Tabla 14.</b> Propuesta de tablas de referencia del índice de fuerza de mano izquierda/estatura en mujeres (n=373) medidas en el Metro de la Cd. de México, 2011.....	64
<b>Tabla 15.</b> Propuesta de tablas de referencia del índice de fuerza de mano derecha/ estatura en hombres (n=402) medidos en el Metro de la Cd. de México, 2011. ....	64

<b>Tabla 16.</b> Propuesta de tablas de referencia del índice de fuerza de mano izquierda/estatura en hombres (n=402) medidos en el Metro de la Cd. de México, 2011. ....	64
<b>Tabla 17.</b> Factores asociados con la fuerza de mano en mano derecha. ....	65
<b>Tabla 18.</b> Factores asociados con la fuerza de mano en mano izquierda. ....	65
<b>Tabla 19.</b> Modelo para FM derecha agregando factores de actividad física y dieta. ....	66
<b>Tabla 20.</b> Modelo para FM izquierda agregando factores de actividad física y dieta. ....	66
<b>Tabla 21.</b> Ecuación de regresión para FM más sencilla. ....	66

## 1. RESUMEN

**Antecedentes:** La fuerza de mano, medida por dinamometría, indica la capacidad que tienen los músculos de la mano y el antebrazo de producir tensión ante un objeto estático llamado dinamómetro. Esta herramienta antropométrica es utilizada con enfoques ortopédicos, quirúrgicos, como predictor de limitaciones funcionales, discapacidad y sobrepeso en adultos mayores, así como para valorar el estado nutricional. En la evaluación nutricional tiene como objetivo principal estimar la masa muscular y su funcionalidad tanto en personas sanas como enfermas. La fuerza de mano se ha considerado como un indicador más sensible para detectar alteraciones en el estado nutricional (como malnutrición) que otros indicadores utilizados comúnmente en la clínica, los cuales se ven afectados en condiciones de hidratación alterada o por procesos inflamatorios como es el caso de la albúmina. Los factores más estudiados que modifican la fuerza de mano en las personas, con mayor correlación son: sexo, edad y talla. Sin embargo existen otros factores menos estudiados que pueden modificarla de manera directa o indirecta como son la composición corporal, la dieta, el tipo de ocupación y la actividad física. Debido a la relevancia práctica de la dinamometría en diferentes áreas de la salud, se han publicado valores de referencia en diferentes países que presentan discrepancias en cuanto a la metodología, técnica y equipo empleado, aunado a diferencias en sí de cada población. Por lo tanto, es importante identificar las características antropométricas, composición corporal, tipo de alimentación, actividad física y ocupación en la población de la Ciudad de México que puedan estar relacionadas con la fuerza de mano y posteriormente establecer los valores de referencia para nuestra población. Con estos resultados podremos conocer los límites normales de fuerza de mano para la población y aplicarlos a diversos estudios como indicador del estado nutricional, sensible, no invasivo, de bajo costo y con sus respectivos valores de referencia específicos para la población mexicana.

**Objetivo:** Identificar los factores asociados a la fuerza de mano y establecer valores de referencia en sujetos adultos de la Ciudad de México.

**Diseño:** Estudio transversal, analítico. Se midieron 802 personas (404 hombres y 398 mujeres) mayores de 20 años entrevistados en el Metro (estación Chabacano) de la Ciudad de México. Se recolectaron datos personales, tipo de ocupación, consumo dietético, actividad física y se les realizó una evaluación antropométrica, composición corporal y dinamometría en ambas manos.

**Resultados:** El promedio de edad de la población fue de 45 años, los hombres tuvieron 37% más fuerza (derecha 41.68 kg; izquierda 39.19kg) que las mujeres (derecha 26.35 kg; izquierda 24.82kg). El pico de fuerza de mano para la población mexicana se presentó a los 30 años disminuyendo después de esta edad. Las variables relacionadas a la fuerza de mano de manera independiente fueron: sexo, edad, talla, circunferencia de brazo, resistencia, ángulo de fase ( $R^2$  corregida = 0.733 para mano derecha y  $R^2$  corregida= 0.717 para mano izquierda). Además, las variables que se relacionaron de forma independiente sin las de composición corporal fueron sexo, edad, talla y circunferencia de brazo ( $R^2$  corregida = 0.711 para mano derecha y  $R^2$  corregida= 0.690 para mano izquierda), de las cuales se obtuvo una ecuación de predicción. El tipo de ocupación, la alimentación y la actividad física no presentaron una correlación con la fuerza de mano. Se presentan diferentes valores de referencia para cada sexo y por rangos de edad, del mismo modo se proponen tablas con índices de fuerza de mano/talla.

**Conclusiones:** La fuerza de mano es mayor en hombres que en mujeres para todos los rangos de edad y para ambas manos. La talla es el factor asociado con mayor correlación con la fuerza de mano. Ni el peso, ni el índice de masa corporal se asociaron de manera independiente con la fuerza de mano. Emplear los valores de referencia y las ecuaciones propuestas en este estudio podrían ser de utilidad en la valoración nutricia y clínica.

## 2. INTRODUCCIÓN

La evaluación del estado nutricional ha evolucionado como consecuencia del desarrollo tecnológico, las mediciones comúnmente realizadas para determinar el estado nutricional de las personas tanto sanas como enfermas se basaban, principalmente, en la medición de peso, talla, pliegues cutáneos y distintos perímetros, estas mediciones se caracterizan por ser sencillas y de bajo costo. Sin embargo, la necesidad de valorar a personas con patologías complejas que presentan alteraciones nutricias, como es el caso del síndrome de malnutrición y que se ven reflejadas en su composición corporal surge la necesidad de ampliar la evaluación nutricional utilizando métodos que determinen la funcionalidad de diversos órganos y sistemas en relación con su integridad nutricional con equipos accesibles y de fácil manejo<sup>1</sup>.

La medición de la fuerza de mano, representa una alternativa para realizar diagnósticos clínicos y nutricionales, en conjunto con otros indicadores. Establecer mediciones de rutina en la práctica clínica mejoraría el diagnóstico de los pacientes, serviría como guía tanto para las intervenciones y para los resultados esperados<sup>2</sup>.

Para poder implementar nuevas herramientas en la evaluación nutricional, como es el caso de la dinamometría de mano, resulta imprescindible establecer la metodología, los objetivos a evaluar, determinar los factores asociados y contar con valores de referencia obtenidos de personas sanas en la misma población donde se utilizará esta información.

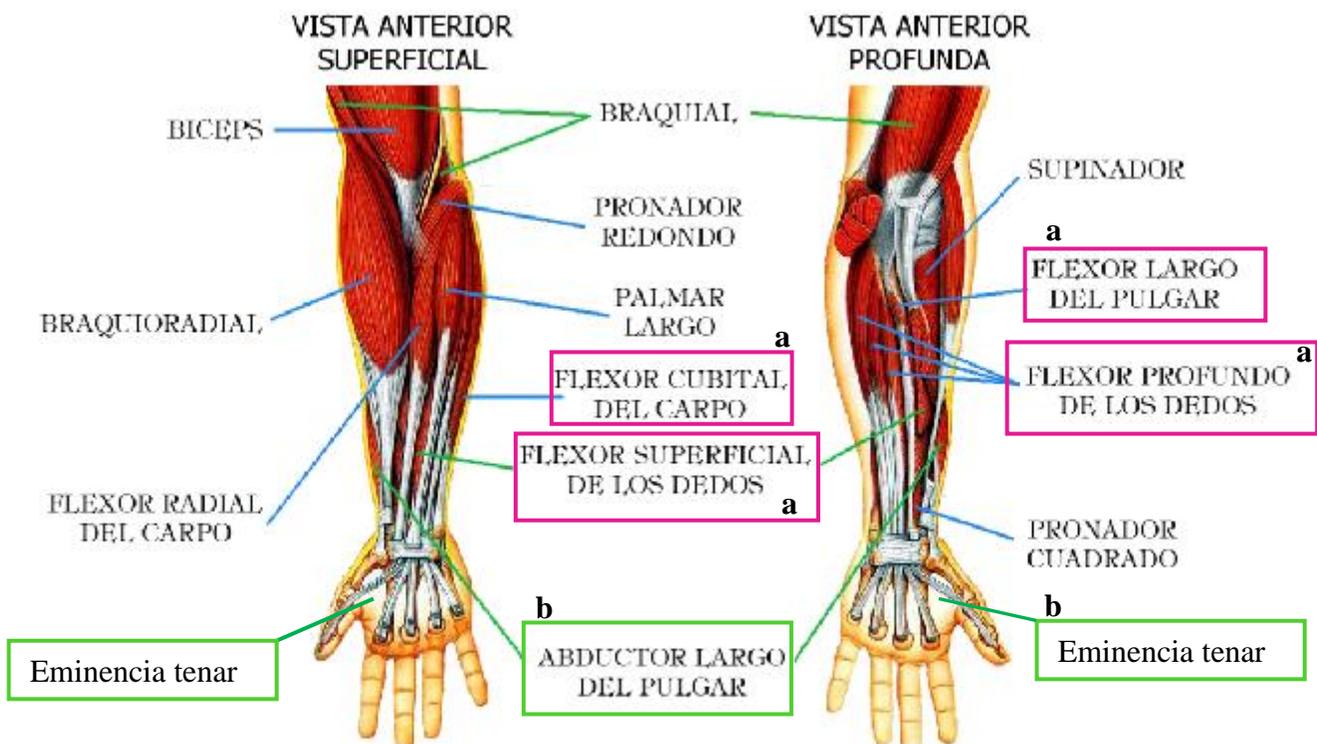
### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Fuerza de mano (FM)

La fuerza de mano (FM), utilizada para valorar la fuerza muscular, mide la capacidad que tienen los músculos de la mano para generar tensión (fuerza) por medio de un apretón<sup>3</sup>. Esta capacidad depende directamente de un impulso eléctrico ejercido, de la integración de elementos neuromusculares tanto intrínsecos como extrínsecos ( [Fig. 1](#) ), del tamaño de éstos y de su contracción<sup>4</sup>.

En diferentes áreas clínicas, especialmente en el área de nutrición, se utiliza la medición antropométrica para valorar la FM y la función muscular, a esta medición se le llama dinamometría. El equipo utilizado es un dinamómetro de mano que permite obtener valores con exactitud, sin embargo, se debe establecer qué tipo de trabajo muscular es el que se quiere medir y mediante qué tipo de contracción.

**Fig. 1:** Músculos extrínsecos e intrínsecos que intervienen en la FM.



*Fig. 1.* Para generar la fuerza de mano, se requiere la acción sinérgica de los músculos extrínsecos (a): flexor común superficial y flexor común profundo, se encargan principalmente de producir el esfuerzo y los músculos intrínsecos (b): el abductor largo del pulgar y la eminencia tenar, para ajustar la posición de los dedos.

### 3.1.1. Tipos de contracciones en la FM

La FM se puede desarrollar mediante 3 diferentes tipos de contracción, con generación de movimiento y en su ausencia, tales como:

- 1) Isotónica (iso, igual; teinein, estirar): se refiere a cualquier contracción que genere fuerza y mueva una carga, lo que implica que el tono muscular se mantenga constante a lo largo del movimiento, un ejemplo de este tipo de contracción ocurriría al levantar una pesa<sup>5</sup>.
- 2) Isocinética: contracción muscular realizada a una velocidad y movimiento constante, permite evaluar la función del músculo en su máximo esfuerzo y en cada punto de éste lo que implica una aceleración y una desaceleración<sup>6</sup>.
- 3) Isométrica (iso, igual; metric, medición): aquellas contracciones dónde el músculo aumenta su tono y genera fuerza en ausencia de movimiento, es decir, de manera estática. En este tipo de contracción la longitud del músculo no se modifica, sin embargo toda la fuerza generada depende de la longitud de éste y de la posición de la muñeca y los dedos. Esto sucede cuando la mano se adapta firmemente a la forma de un objeto y lo apretamos sin moverlo<sup>6,7</sup>.

Considerando que existen diferentes tipos de contracciones, en este estudio se medirá la isométrica, utilizando un dinamómetro mecánico. El uso de la dinamometría de mano comienza con la necesidad de evaluar cualquier discapacidad o lesiones de la mano, es Betchol y Oakland en 1954 quienes se encargan de diseñar un dinamómetro para medir la fuerza isométrica (estática), mismo que todavía se utiliza; además de la aportación del equipo, describe la técnica a utilizar para este tipo de dinamómetro y ciertos factores que influyen en la FM<sup>8</sup>.

### **3.2 Utilidad de la FM como instrumento de evaluación**

En las últimas décadas, es evidente que el uso de la dinamometría de mano ha aumentado de manera considerable en diferentes áreas de la salud y con diferentes enfoques. En el área clínica, la evidencia científica que existe de FM es en adultos mayores una de las áreas más estudiadas, ya que se utiliza como predictor de limitaciones funcionales, discapacidad y sobrevida en adultos mayores<sup>9-14</sup>, también es de gran utilidad en el manejo ortopédico, quirúrgico<sup>3,7,15,16</sup> y como parte importante de la valoración del estado nutricional<sup>17-22</sup>.

#### **3.2.1. Evaluación nutricional**

Si bien la FM es un indicador funcional muscular utilizado para valorar a personas sanas, se emplea con mayor frecuencia en pacientes con diferentes patologías. Siendo un indicador dinámico de la masa muscular sirve para detectar y monitorear alteraciones del estado nutricional a corto plazo como respuesta al soporte nutricional, lo anterior le otorga una ventaja importante sobre las medidas antropométricas utilizadas para determinar composición corporal que sólo ofrece información cualitativa<sup>17,23</sup>.

Existe evidencia desde 1980, que la dinamometría es una herramienta sensible para detectar desnutrición y predecir complicaciones post-operatorias comparada con otras mediciones como: peso, pérdida de peso e incluso con la concentración de albúmina sérica. Esto se demostró en un estudio donde la FM <85% del valor estándar (obtenido del grupo control) predijo en 87% de los pacientes las complicaciones post-operatorias (48 de 55 pacientes,  $p < 0.001$ )<sup>24</sup>.

De la misma forma, en los últimos años se han propuesto indicadores prácticos para detectar malnutrición, entre ellos destaca la FM, al realizar la evaluación nutricional de rutina<sup>2,25</sup>. Este síndrome de malnutrición refleja situaciones de desnutrición en situaciones de malnutrición endémica, durante la estancia hospitalaria, en adultos mayores e incluso en personas con obesidad<sup>26</sup>.

Tanto la desnutrición como la malnutrición originan un proceso inflamatorio el cual ocasiona que indicadores bioquímicos como la albúmina se altere, disminuyendo así su sensibilidad y especificidad para evaluar el estado nutricional<sup>2</sup>. Por lo que es necesario complementar la evaluación determinando: deficiencias en la ingesta calórica, pérdida de peso, pérdida de masa magra y masa grasa, localización de acumulación de líquido (en ocasiones enmascara los cambios en el peso) y por último identificar si existe disminución en la funcionalidad por medio de dinamometría<sup>25</sup>.

Otra ventaja de la FM es que además de estimar la cantidad muscular que tiene la persona, demuestra la efectividad que tienen los músculos<sup>17,27</sup>, debido a que la relación entre la cantidad muscular y su función no es precisamente lineal<sup>28</sup>.

En 2012 se publicó un consenso donde se propone un conjunto estandarizado de características de diagnóstico para identificar y documentar la malnutrición en adultos en la práctica clínica de rutina, en este consenso participó la Academia de Nutrición y Dietética junto con la Sociedad Americana de Nutrición Parenteral y Enteral (A.S.P.E.N., por sus siglas en inglés). Esta estandarización ayudará a predecir de manera más precisa los costos asociados con la prevención y tratamiento de malnutrición<sup>25</sup>.

La malnutrición en conjunto con la disminución en la funcionalidad en pacientes hospitalizados tiene un impacto directo en su recuperación, aumentando la duración de la estancia hospitalaria y contribuyendo al incremento de morbilidad y mortalidad.

### 3.2.2. Evaluación clínica

La FM se ha considerado como predictor de morbilidad y mortalidad<sup>10,13,14,27,29-32</sup> e incapacidad funcional<sup>13,31,33,34</sup> en pacientes hospitalizados con diferentes patologías como diabetes mellitus<sup>35</sup>, insuficiencia renal<sup>36,37</sup> y enfermedad coronaria<sup>38,39</sup> que desarrollan depleción muscular y comprometen su reserva muscular.

- Se ha evidenciado la utilidad de la FM para evaluar el estado nutricional y la funcionalidad muscular en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), en donde, la mortalidad presentó mayor asociación con valores más bajos de FM al compararse con el grado de obstrucción detectado en espirometría, éste último se correlaciona con la esperanza de vida de las personas y es utilizado como prueba pronóstica<sup>19</sup>.
- Con respecto a la relación entre FM y morbilidad y mortalidad, en Dinamarca, Frederiksen y cols. realizaron uno de los estudios epidemiológicos, en el cual se efectuaron 3 mediciones de FM (basal, a los 2 y 4 años) a 8,342 personas de 45 a 102 años de edad y encontraron que la FM disminuye conforme aumenta la edad en ambos sexos. La pérdida media anual de la FM para personas entre 50-85 años se estimó en 0.59 kg para los hombres y 0.31kg para las mujeres. Tener una funcionalidad física pobre es un predictor de mortalidad mayor en hombres que en mujeres a cualquier edad, así como también, la disminución de FM es un predictor de

limitaciones funcionales y discapacidad. La finalidad de proponer las ecuaciones para estimar la FM y tablas con valores de referencia (estratificadas por sexo, edad y talla) es implementar la dinamometría en la práctica clínica, no obstante, estos datos sólo pueden aplicarse en poblaciones similares a ésta, ya que los valores de FM presentan variaciones dependiendo de la técnica y el equipo utilizados<sup>13</sup>.

- La FM es un predictor poderoso de incapacidad física en la vejez, estudios realizados por Rantanen y cols. demostraron que existe un gradiente en hombres entre 45-68 años para presentar limitaciones funcionales y discapacidad. Los hombres que al inicio del estudio se ubicaron en el tercil más bajo de FM (<21kg) tuvieron 8 veces el riesgo de discapacidad comparado con el tercil más alto (OR=8.18, IC 95% 5.58-11.8) y los que se situaron en el tercil medio de FM tuvieron 2.08 veces el riesgo de discapacidad comparado con el tercil más alto (OR=2.08, IC 95% 1.41-3.07). Al considerar las comorbilidades, los riesgos obtenidos en los hombres que perdían más de 1.5% de su FM al año fueron los siguientes:

Comorbilidad	OR ( 95% IC)
Accidente cerebrovascular	3.44 (2.37-5.01)
Diabetes	1.88 (1.48-2.38)
EPOC	1.83 (1.09-3.07).
Artritis	1.49 (1.14-1.95)
Enfermedad coronaria	1.49 (1.2-1.82)

En consecuencia, las personas que durante la edad adulta mantengan una reserva muscular y se refleje en mayor FM, tendrán menor probabilidad de desarrollar discapacidades en la vejez, independientemente de las condiciones crónicas que pueda desarrollar<sup>11</sup>.

- Está documentado que la FM predice limitaciones funcionales de la vida diaria en adultos mayores<sup>9,21,32,40,41</sup>. Si la FM disminuye se ha visto que favorece el desarrollo de enfermedades subclínicas, éstas progresan hasta expresarse clínicamente y convertirse en incapacidades severas para realizar labores domésticos, caminar, vestirse, bañarse, ir al baño, comer y levantarse del asiento.

Se han propuesto aspectos genéticos para explicar los patrones de FM de personas pertenecientes a diferentes ciudades, donde las interacciones entre genes-FM-ambiente (sedentarismo y estilo de vida)

puedan de explicar estas diferencias. Anderson y cols. estudiaron la FM en personas  $\geq 50$  años en 10 ciudades europeas encontrando que países del norte de Europa registraron mayor FM (Suecia y Dinamarca) junto con los países centrales (Holanda, Alemania, Austria, Suiza y Francia) comparados con los países del sur (España, Italia y Grecia), las diferencias se mantuvieron constantes para todos los rangos de edad y posterior a la estratificar por edad y sexo y controlar por variables como talla y peso: para hombres la diferencia fue de 9.4% (9.1- 9.7) y para mujeres de 14.1% (13.8-14.5).

Del mismo modo, se sugieren estudios longitudinales para comprender el gradiente Norte-Sur, ya que al presentar mayores valores de FM en los países del norte de Europa, conllevaría a tener mayor sobrepeso y reducir las discapacidades comparados con los países del Mediterráneo, sin embargo son éstos últimos los que tienen menores tasas de mortalidad en Europa<sup>10</sup>.

En la [Cuadro 1](#) se describen más artículos relacionados con este apartado <sup>14,32,36,38-40,42-45</sup>.

**Cuadro 1:** Utilidad de la FM como método de evaluación nutricional en diferentes patologías.

Autor/Año	Patología /grupo de edad	Población/Tamaño de muestra	Equipo	Técnica	Resultados
Matos L (2007) Portugal	Las enfermedades relacionadas con <b>malnutrición</b> representan en hospitalización 20-50%,	314 pacientes: 157 hombres y 157 mujeres. (19-96 años). Diagnósticos: cardiovasculares, respiratorios, gastrointestinales, cirugía.	Eisenhut (kg)	Sentado, brazo 90°, sin recargar codos. 3 mediciones realizadas en brazo no dominante. Se registró el dato menor.	*La dinamometría identificó 23-44% de pacientes desnutridos que no habían sido clasificado por otros métodos (Nutritional Risk Screening-2002 recomendado por la ESPEN) *Valores mayores en hombres, cuartiles calculados por sexo (25th, 50th y 75th) 10, 19 y 26kg respectivamente para hombres y 0, 6 y 11.5kg para mujeres.
Pieterse (2002) Reino Unido	Asociación entre estado nutricional ( <b>desnutrición</b> ) y fuerza de mano en refugiados de Ruanda	828 sujetos:413 hombres y 415 mujeres. (50-92 años)	Harpenden	Sentado, ambas manos medidas por triplicado. Con motivación.	*Desnutrición: 19.5% en hombres y 13.1% 3n mujeres. *La actividad física atenuaba la disminución de la función muscular. *Asociación + con estado nutricional en ambos sexos. *Fuerza de mano como predictor de un estado nutricional pobre, independientemente con edad, sexo y talla.
Bohannon (2008) EUA	Pacientes hospitalizados por <b>neumonía</b>	153 pacientes (66-98 años)	Jamar (kg)	Fuerza máxima tomada de la mano derecha	*Menor fuerza muscular se asocia con mortalidad prematura, desarrollo de discapacidad, incrementa el riesgo de complicaciones y prolonga la estancia hospitalaria.
Ali N (2008) EUA	<b>Mortalidad en pacientes críticos</b>	136 pacientes	Jamar (kg)	Sentado, 3 mediciones en mano dominante con codo 90°.	* Fuerza de mano en hombres 11kg y mujeres 7kg. *Asociación positiva con la estancia en terapia intensiva. * Fuerza de mano identifica a los pacientes con riesgo de mortalidad.
Wang (2005) Hong Kong	Pacientes con <b>diálisis peritoneal</b>	233 pacientes ambulatorios con diálisis peritoneal: 120 hombres y 113 mujeres.	Smedley (kg)	3 mediciones en mano no dominante, se registró el valor más alto.	*Se correlaciona con la masa muscular de los pacientes. * Se asocia independientemente con todas las causas de <b>mortalidad</b> cardiovascular (RM:0.95;IC0.92-0.99; p=0.005) *Pacientes con diabetes, aterosclerosis o anemia presentaron menor fuerza de mano que los que no tenían. *La fuerza de mano tiene la ventaja de no afectarse con presencia de inflamación o alteraciones en hidratación, en contraste con albúmina sérica.

Continuación tabla 3: Utilidad de fuerza de mano como método de evaluación nutricional en diferentes patologías

Autor/Año	Patología /grupo de edad	Población/Tamaño de muestra	Equipo	Técnica	Resultados
Izawa (2008)	Pacientes con <b>insuficiencia cardiaca congestiva</b>	148 hombres, fracción de eyección ventricular <45%	Jamar (kg)	2da posición, 3 mediciones en cada mano, se calculó el promedio del valor mayor para cada mano.	*Fuerza de mano como predictor independiente de índice de supervivencia (pacientes >32.2kg) en relación con la fracción de eyección ventricular y con el consumo máximo de oxígeno * Es un indicador importante de la función en pacientes mayores con enfermedad cardiaca. *La fuerza de mano es inversamente proporcional a la severidad de la insuficiencia cardiaca.
McDonald (2007)	Pacientes con <b>insuficiencia cardiaca.</b>	Consumo máximo de oxígeno, IMC, comorbilidades.	Jamar (kg)	Mano dominante, hombro en aducción ligeramente rotado, codo 90°. Se documentó el promedio de 3 mediciones.	*Los pacientes del estudio presentaron 4-5% menos fuerza que los valores de referencia para población sana, debido al evento cardiaco. *Los factores que más se correlacionaron con la fuerza de mano fueron, sexo, talla y edad. *La resistencia y la fuerza de mano aumentan con la actividad física.
Sahin (2004)	Pacientes con <b>fibromialgia</b>	40 pacientes femeninas con fibromialgia y 40 pacientes sanas como grupo control	Jamar (kg)	Sentadas, brazo paralelo al tronco, codo 90°, 3 mediciones, se reportó el valor mayor.	*Las pacientes con fibromialgia presentan menor fuerza de mano. *La fuerza de mano debería ser utilizada como indicador de fuerza pulmonar ya que se relaciona con la disminución de fuerza de los músculos periféricos.
Alvares-da-Silva (2005)	Pacientes con <b>cirrosis</b>	50 pacientes hepatópatas	Kratos (kg)	Sentados, con el dinamómetro enfrente, codo flexionado 90°, 3 mediciones con la mano no dominante.	Se utilizó la evaluación subjetiva global como "estándar de oro", la dinamometría presentó 100% de sensibilidad y 46% de especificidad para detectar desnutrición. Esta última fue el único indicador que predijo complicaciones a un año de seguimiento (p<0.05).
Bin (2010)	Pacientes con <b>enfermedad de Crohn</b>	75 pacientes	Kratos (kg)	Sentados, con el dinamómetro enfrente, codo flexionado 90°, 3 mediciones con la mano no dominante.	En el estudio se compararon varias medidas de evaluación nutricional: de las cuales el el IMC detectó 6.7% de las personas desnutridas, la circunferencia de brazo 26.7%, el pliegue cutáneo tricipital 37.3%, la evaluación global subjetiva 18.7% y la fuerza de mano 73.3%, por lo que esta medida demostró ser la más sensible.

### **3.3 Ventajas y desventajas de la dinamometría**

En vista de que no contamos con un parámetro único para determinar el estado nutricional es necesario recurrir a un conjunto de mediciones tales como: historia clínica, información antropométrica, indicadores bioquímicos, historia alimentaria y evaluaciones funcionales<sup>2</sup>.

La dinamometría es la evaluación funcional más práctica, rápida y económica en la valoración nutricional, una de sus principales ventajas es que brinda información cuantitativa en contraste con métodos básicos como el peso o índices como el Índice de Masa Corporal (IMC), considerados como indicadores globales que no especifican la composición corporal de la persona. Para determinar la composición corporal (la masa muscular y masa grasa) se efectúan métodos sofisticados como la pletismografía por desplazamiento de aire (considerado el estándar de oro), absorciometría dual de rayos X (DEXA) y el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA, por sus siglas en inglés).

En cuanto a sus desventajas, la FM medida en adultos mayores y pacientes con enfermedades neuromusculares, no puede reemplazar a la evaluación de las extremidades inferiores o la evaluación de las actividades diarias; debido a que en estas personas presentan alteraciones en los nervios periféricos, interfiriendo en el control muscular y ocasionando debilidad muscular<sup>23</sup>.

### **3.4 Técnica de medición de FM por dinamometría**

Mafi y cols., realizaron una revisión sistemática sobre la aplicación de la dinamometría en la práctica clínica, los tipos de dinamómetros utilizados y las ventajas y desventajas que presenta esta herramienta. Con este estudio se demostró que la dinamometría fue utilizada en 32 áreas médicas distintas, abarcando diversas patologías en diferentes grupos de edad como en niños, adultos y adultos mayores, del mismo modo, se reportó el uso de 23 tipos de dinamómetros, lo cual indica que existe gran variación entre equipos. Al final, se consideró a esta medición como una herramienta confiable, que puede ser utilizada ampliamente en la clínica, además de ser barata, reproducible, sensible, rápida y objetiva, no olvidando que la confiabilidad de las mediciones por dinamometría varía por el tipo de dinamómetro utilizado y de la situación clínica donde se aplica. A pesar de este avance, no es común su aplicación para predecir resultados clínicos, ya que aún resulta complicado determinar qué tipo de técnica y dinamómetro utilizar<sup>46</sup>.

De tal modo, resulta imprescindible conocer cuales son las diferentes técnicas y equipos existentes en la literatura y establecer las características aplicables a nuestra población para impulsar el uso de la dinamometría de mano.

Debido a que no se cuenta con un protocolo para realizar la medición de FM por dinamometría y a la poca consistencia que existe sobre la metodología a utilizar, es necesaria una revisión sobre la información existente y, posterior a esto, controlar una serie de elementos como el equipo a utilizar, la dominancia de la mano, la posición que debe tener el individuo al realizar la prueba, instrucciones a seguir, el número de mediciones, duración de la contracción, periodos de descanso y realización de pruebas para obtener resultados precisos y consistentes.

#### **3.4.1. Tipos de dinamómetros**

Existe una gran variedad de equipos para medir la FM de manera estática y dinámica, no obstante, la mayoría de ellos mide la fuerza estática y son clasificados en 4 categorías: mecánicos, hidráulicos, neumáticos y extensómetros<sup>22,47</sup>.

En el siguiente [Cuadro 2](#) se describen los tipos de dinamómetro por categoría, su funcionamiento y las marcas de diferentes dinamómetros encontrados en los artículos revisados en la literatura.

**Cuadro 2. Tipos de dinamómetros para medir la fuerza de mano.**

Categoría		Funcionamiento y unidad de medición	Marcas de dinamómetros
<b>Mecánico</b> (13 artículos)		Miden la FM en función de la cantidad de tensión que se produce en un resorte de acero en kilogramos. Encontrado en 13 estudios	-Takei -Harpenden -Smedley -Eisenhut
<b>Hidráulico</b> (23 artículos)		Sistema sellado que mide la FM en kg o lb., cuenta con 5 posiciones diferentes para ajustar la mano.	-Jamar -Digital Baseline
<b>Neumático</b> (0 artículos)		La FM se obtiene de comprimir una bombilla llena de aire y se utilizan comúnmente en personas que tienen dolor (artritis reumatoide). Medición es en milímetros de mercurio o libras / pulgada.	-Esfigmomanómetro -Martin vigorimeter
<b>Extensómetro</b> (5 artículos)		Son transductores de presión, la FM es tomada en una célula de carga y capturada electrónicamente en Newtons.	-Gripping -Strain gauges -LIDO

\*10 artículos no especifican el tipo de dinamómetro, sólo lo describen como isométrico.

En México, la forma más común de evaluación debido a la accesibilidad del equipo es el dinamómetro mecánico (Takei) ya sea análogo o digital.

Sin embargo, de acuerdo con la revisión de la literatura, el equipo más utilizado es el dinamómetro hidráulico Jamar (23 estudios) y el que recomienda la Sociedad Americana de Terapeutas de Mano (ASHT) como el instrumento más exacto para medir la FM<sup>3,7,12,16-18,48-53</sup>. Es importante mencionar que se ha demostrado que los dinamómetros mecánicos son instrumentos igualmente precisos<sup>46</sup>, cómodos y de fácil manejo, aclarando que los resultados obtenidos con un instrumento mecánico no son comparables con los hidráulicos<sup>54</sup> y la confiabilidad de los resultados dependerán de la valoración que se quiera realizar.

### 3.4.2. Selección de la mano a medir

No se ha concretado en la literatura sobre la pertinencia de medir la FM en mano dominante, no dominante, derecha o izquierda. Varios artículos concuerdan en que la mano dominante es más fuerte

en un rango de 10-20% comparada con la no dominante<sup>7,19,52</sup>. En un estudio realizado por Crosby y cols. donde clasificaron las mediciones de FM en mano dominante y mano no dominante, encontraron que las personas con mano derecha dominante tenían 10% más fuerza en esta mano, contrariamente, las personas con mano izquierda dominante tenían 50% mas fuerza en la mano derecha (no dominante)<sup>49</sup>. Esta heterogeneidad en los resultados nos obliga a clasificar la medición de FM en mano derecha e izquierda sin importar la dominancia, ya que la FM se ve influenciada por factores como las actividades manuales que se realizan a diario, no olvidando que en muchas de ellas se acondiciona y favorece el uso de la mano derecha<sup>22</sup>.

#### 3.4.3. Posición para realizar la prueba

Como consecuencia de la diversidad de equipos utilizados, otro aspecto en controversia es la posición que debe tomar el individuo al momento de realizar la prueba ya que esta dependerá del equipo que se elija.

Está descrita en la literatura mediciones realizadas de pie<sup>7,10,19,20,29,30</sup> y sentado<sup>3,9,11,15-18,41,47-50,55,56</sup> y sólo un artículo donde reporta que no existe diferencia significativa al realizar la prueba de FM en 3 posiciones distintas<sup>57</sup>.

En caso de utilizar el dinamómetro hidráulico Jamar, la posición recomendada por la ASHT es la siguiente: la persona deberá estar sentada cómodamente con el hombro aducido y rotado, codo flexionado a 90°, antebrazo y muñeca en posición neutra. Sin embargo, existe evidencia de que la FM es mayor en la posición de pie, independientemente del grupo etario y sexo<sup>22,47</sup>. En población sana, la posición más cómoda parece ser de pie con los brazos extendidos sobre el cuerpo, sin embargo en la aplicación con pacientes cuando éstos no pueden ponerse de pie la medición debe tomarse sentado<sup>57</sup>.

Por tanto, para efectos de este estudio, se considera necesario hacer una prueba piloto para determinar la reproducibilidad de la prueba en las dos posiciones de pie y sentado.

#### 3.4.4. Instrucciones para la prueba

Es necesario estar consciente de que esta medición depende de la disposición de la persona para cooperar y realizar con eficiencia un esfuerzo máximo, por lo tanto, se debe procurar que las instrucciones para realizar la medición sean objetivas y simples, evitando realizar pruebas “muestra” donde la persona se familiariza con la medición. Es importante también, no motivar ya que esto puede alterar los valores de FM<sup>58</sup>.

### 3.4.5. Número de intentos a medir

Con base en la revisión de la literatura, la dinamometría se puede realizar mediante una medición para cada mano<sup>47,49</sup>, por ejemplo, Crosby y cols. sugieren que la repetición de mediciones no es necesaria y puede confundir, ya que más de la mitad de los sujetos tuvieron menor FM cuando se repetía la prueba (50% de las personas disminuyeron la fuerza máxima en el segundo intento; 24% de los sujetos la aumentó y 26% no tuvo cambios). Seis estudios reportan dos mediciones<sup>10,16,19,30,34,59</sup> mientras la mayoría, realizan hasta tres mediciones para cada mano<sup>3,7,9,11-13,15,17,18,20,21,29,41,47,48,50,51,53,60</sup>, concordando con Haidar y cols. que no recomiendan realizar sólo una medición, ya que el 24% de las personas obtuvieron su valor máximo en el 2° y 3° intento<sup>50</sup>.

### 3.4.6. Valor promedio o valor máximo

En 2006, Bohannon<sup>61</sup> reportó en una revisión sistemática que el 44% de los estudios utiliza el promedio de 3 medidas consecutivas (recomendación de la ASHT), mientras que el 36% utiliza el valor máximo de las mediciones realizadas. Haidar y cols. compararon la consistencia entre estas dos mediciones encontrando que ambos valores, el promedio y el valor máximo se comportaron de manera similar, tienen alta reproducibilidad y las diferencias entre ellos son insignificantes<sup>50</sup>.

### 3.4.7. Duración del apretón y periodo de recuperación

Se sugiere que, al realizar la prueba, el apretón de la FM dure entre 3 y 6 segundos, tiempo suficiente para realizar la lectura de la FM máxima. También se recomienda que los periodos de recuperación entre cada medición sean de un minuto, tiempo que produce la menor fatiga muscular (7%), comparado con la fatiga que se produciría si sólo se dejan 15-30 segundos de recuperación (12-10% respectivamente)<sup>58</sup>.

En la [Cuadro 3](#) se resume los artículos descritos anteriormente y otros que obtienen valores de referencia para sus poblaciones, en ésta se puede observar los diferentes enfoques, técnicas y equipos utilizados<sup>3,7,9-13,15-21,29,30,34,41,48-53,55,56,59,60</sup>.

**Cuadro 3:** Características de estudios y metodología utilizada en FM para todas las edades.

**Tabla 1:** Características de estudios y metodología utilizada en fuerza de mano para todas las edades

<b>Autor/Año</b>	<b>País</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Tamaño de muestra/Población</b>	<b>Equipo</b>	<b>Técnica</b>
Escalona et al (2008)	Chile	*Niños con discapacidades	Sujetos de 7-17 años	Jamar (kg)	Posición II recomendada por la ASHT, 3 repeticiones en ambas manos, 60 seg. De recuperación entre ellas.
Lázaro MML (2008)	España	*Valoración del estado nutricional.	2,270 voluntarios sanos. Adultos $\geq$ 20 años.	Druck (kg).	De pie, brazo extendido paralelo al tronco, sin apoyo y ejerciendo fuerza máxima. 2 repeticiones en cada mano. Valor máx y medio.
Torres CM (1999)	España	*Tratamiento ortopedia y trauma.	360 personas, elegidas al azar. 20-80 años. Ausencia de dolor en las manos y brazos.	Jamar hidráulico	Sentado, brazo 90°, 2 mediciones en cada mano.
Mahn AJK (2005)	Chile	*Manejo ortopédico y quirúrgico.	839 personas. 20-70 años.	Jamar hidráulico.	De pie, codo 90°, 3 mediciones alternadas en cada mano, con 1' de recuperación del ATP muscular.
Budziareck MB (2008)	Brasil	*Valoración del estado nutricional y funcional	300 voluntarios sanos elegidos al azar. 150 hombres y 150 mujeres. (18-90 años)	Jamar.	Sentados con codo flexionado 90° y siempre apoyados. 3 medidas en cada mano (3 seg.) y promedio,
Luna E (2004)	España	*Método funcional de valoración nutricional.	517 voluntarios sanos: 267 mujeres y 229 hombres. (17-97 años).	Takei (kg)	Medición en ambos brazos, tres mediciones consecutivas. Se tomó en cuenta el valor más alto y se calculó el 85% del valor normal.
Günther et al (2008)	Alemania	*Estado nutricional	769 personas elegidas al azar (403 mujeres y 366 hombres)	Dinamómetro hidráulico digital Baseline (kg)	Posición II sugerida por Firrel y Crain, 3 repeticiones en ambas manos alternándolas, 1 min. de recuperación
Mitsionis G (2009)	Grecia	*Tratamiento quirúrgico	232 individuos, selección aleatoria. 115 hombres y 117 mujeres. Población rural y urbana.	Jamar (lbs)	2da posición, codo flexionado 90°, 3 repeticiones, 1 min. entre cada una, se consideró el valor máximo. No motivación.
Crosby et al (1994)	EUA	*Técnica de medición de fuerza de mano	El estudio incluye 214 individuos elegidos al azar (105 hombres y 109 mujeres), entre 15 y 63 años de edad.	Jamar (lbs)	Posición II (ASHT), sentado, 1 medición en cada mano, de la posición 1 a la 5, alternando las manos.
Massy-Westropp et al (2004)	Australia	*Comparación de dinamómetros (hidráulico y eléctrico)	419 sujetos (217 hombres y 202 mujeres) entre 18 y 97 años.	Jamar (kg) y Grippit (Newtons "N")	Con el Jamar, la posición fue la recomendada por la ASHT, con el Grippit se siguieron las especificaciones del productor, la duración del apretón fue de 10 seg.
Adedoyin R (2009)	África	* Indicador objetivo de la integridad funcional de extremidades superiores.	745 voluntarios aparentemente sanos, 409 hombres y 336 mujeres. (20-70 años).	Takei (kg)	2da posición. Sentado con codo 90°, 3 mediciones (3-5 seg.), alternando ambas manos con periodo de descanso de 1 minuto. Se registró el promedio de las mediciones. No motivación.

Continuación Cuadro 3. Características de estudios y metodología utilizada en FM para todas las edades.

Continuación tabla 1: Características de estudios y metodología utilizada en fuerza de mano para todas las edades

Autor/Año	País	Enfoque	Tamaño de muestra/Población	Equipo	Técnica
Haidar et al (2004)	Reino Unido	*Evaluación de extremidades superiores	100 trabajadores de un hospital (50 hombres y 50 mujeres) con edades de 21-63 años.	Jamar (kg)	Posición II (ASHT), 3 mediciones consecutivas comenzando con la mano dominante, el apretón dura 6 seg. 1 min. de recuperación entre ellas
Vaz M (2002)	Australia	*Valoración del estado nutricional.	*Muestra a conveniencia de 1,024 sujetos sanos (5-67 años). 613 hombres y 411 mujeres.	Harpenden, Smedley (kg).	De pie, brazo extendido, 3 mediciones, 30 seg. entre cada una. Con motivación, se tomó en cuenta la medición más alta.
Nevill et al (2000)	Reino Unido	*Capacidad física en edad adulta	2,632 personas (1270 hombres y 1362 mujeres). 87% de las personas participaron en la evaluación física y 61% de los entrevistados.	Strain gauge (kg)	Sentado con el dinamómetro al frente, 3 mediciones consecutivas, recuperación de 30 seg., se permitieron repeticiones posteriores
Marrodán et al (2008)	España	*Rendimiento físico y condición nutricional	2,125 sujetos de entre 6 y 18 años	Takei (kg)	Sujeto con brazo extendido y paralelo al tronco, sujetaba el aparato y ejercía fuerza máxima, 1 intento de prueba y 2 repeticiones posteriores alternando las manos, con un tiempo de recuperación de 1 min.
Hornby et al (2005)	Reino Unido	*Asesoramiento nutricional	98 personas (46 hombres y 52 mujeres) con una edad promedio de 45.9 años	Strain gauge (kg)	Sujeto acostado con el codo flexionado 90° y la posición de la muñeca neutral, 3 mediciones en ambas manos con 1 minuto de recuperación.
Lorenzo et al (2007)	España	*Herramienta para determinar funcionalidad de los pacientes con patología en extremidad superior	224 pacientes, 166 hombres y 58 mujeres con edades e 18 a 65 años	Dinamómetro electrónico (kg)	Paciente sentado, con el brazo flexionado 90° sobre una mesa, la muñeca 30°. Se realizaron 3 repeticiones en cada mano alternándolas, comenzando con la mano derecha y con un periodo de descanso de 30 segundos.
Mahiwetz et al (1985)	EUA	*Establecer valores de referencia	310 hombres y 328 mujeres de 20-94 años	Jamar (lbs)	Posición II recomendada por la ASHT, sentado con el brazo 90°, la muñeca 30°, 3 mediciones consecutivas en ambas manos.
Kamarul et al (2006)	Reino Unido	*Establecer valores de referencia	412 personas (200 mujeres y 212 hombres)	LIDO (N)	Sentado con el brazo 90°, la muñeca 30°, 3 mediciones consecutivas en ambas manos, el apretón duró 5 seg.
Andersen-Ranberg et al (2009)	Ciudades de Europa	*Predictor de morbilidad y mortalidad	22,777 personas mayores de 50 años	Smedley (kg)	De pie, codo en 90°, mango ajustable, 2 mediciones en cada mano.
Rantanen et al (1998)	Hawaii	*Describir cambios en la fuerza de mano en un periodo de 27 años.	3,741 hombres (71-96 años)	Smedley (kg)	Sentado, brazo extendido, ajustado a la mano, 3 repeticiones con descanso y alterando la mano. Con motivación, se consideró el mejor resultado.

Continuación Cuadro 3. Características de estudios y metodología utilizada en FM para todas las edades.

Continuación tabla 1: Características de estudios y metodología utilizada en fuerza de mano para todas las edades

Autor/Año	País	Enfoque	Tamaño de muestra/Población	Equipo	Técnica
Frederiksen et al (2006)	Dinamarca	*Funcionalidad en adultos mayores, discapacidad, morbilidad y mortalidad.	8,342 sujetos	Smedley (kg)	Ajustado al ancho de la mano, codo 90°, 3 mediciones, pausas entre cada uno, se tomó em valor máximo.
Rantanen et al (1999)	Hawaii	*Predictor de incapacidad funcional	6,089 hombres sanos al inicio del estudio de 45-68 años	Smedley (kg)	No especificada
Sayer et al (2006)	Reino Unido	*Relación entre la fuerza de mano y calidad de vida	2,987 personas (1572 hombres y 1415 mujeres) de 59-73 años.	Jamar (kg)	3 mediciones en cada mano, alternándolas.
Robinson et al (2008)	Reino Unido	*Relación entre la dieta y la fuerza de mano en adultos mayores	2,983 personas (1,569 hombres y 1,414 mujeres) de 59-73 años	Jamar (kg)	3 mediciones en cada mano.
Arroyo et al (2007)	Chile	Limitaciones funcionales en adultos mayores.	377 sujetos de 65 años, estratificados por edad y sexo.	Dinamómetro de mano T18	2 mediciones en la mano dominante
Ling (2010)	Holanda	*Predictor de morbilidad y mortalidad en adultos mayores	555 personas mayores de 85 años	Jamar	De pie con los brazos extendidos paralelos al cuerpo, el dinamómetro se ajustaba al ancho de la mano, con motivación se realizaron 3 mediciones.
Sasaki et al (2007)	Japón	*Predictor de morbilidad y mortalidad	4,912 personas sanas al inicio del estudio (1,695 hombres y 3,217 mujeres) de 35-74 años.	dinamómetro (kg)	Se realizaron 2 mediciones en ambas manos, la personas de pie con motivación.

### **3.5 Factores asociados a la FM**

La FM es una variable fisiológica que se encuentra afectada principalmente por factores individuales, como: antropométricos y de composición corporal; estos factores ya se han estudiado y reportan evidencias sólidas. Es importante mencionar que existen otros factores que se han propuesto como el tipo de dieta, actividades físicas que tengan las personas y el tipo de ocupación; existe controversia en los resultados publicados y no se cuenta con evidencia suficiente para afirmar cual es su relación con la FM. Se puede inferir ciertas asociaciones entre el origen étnico y la FM, del mismo modo, información reciente propone relación entre variaciones genéticas con fuerza muscular<sup>62</sup>, pero no serán consideradas para la realización de este trabajo.

#### **3.5.1. Influencia del sexo**

Se encuentra bien fundamentado que la FM es mayor en hombres que en mujeres, en todos los rangos de edad y para ambas manos<sup>3,15,18,47,48,53,54,57</sup>. Härkönen estableció que las mujeres tienen 60-70% menor FM que los hombres, no obstante, para Bassey la mujer tiene la mitad de la FM que el hombre<sup>7</sup>; diferencia que se confirma con la información revisada. Ya que estas diferencias entre sexos varían de 50%<sup>53</sup> hasta un 70%<sup>15</sup>, es importante notar que estudios realizados en un mismo país presentan variaciones en sus resultados, éstas podrían deberse a la técnica y equipo utilizado ya que no se cuenta con normatividad para realizar las mediciones<sup>23,48,54,57</sup>.

Las diferencias de FM entre sexos se pueden explicar por variaciones debidas la composición corporal, perfiles hormonales, patrones de fibras musculares y tipo de actividad física (mayor actividad física ocasiona una hipertrofia muscular en hombres)<sup>9,18,20</sup>. Estos procesos están íntimamente ligados con la edad.

#### **3.5.2. Influencia de la edad**

De manera general, se sabe que el primer incremento significativo de la FM relacionado con la edad ocurre en la adolescencia, primero en mujeres (9-11 años) y luego en hombres (13-14 años)<sup>59</sup>. Posteriormente en la edad adulta, existe otro pico importante de FM en el rango de 20 a 30 años, disminuyendo después de esta edad de un 8 a un 20% por año en ambos sexos<sup>19</sup> esta disminución ocurre de manera más lento en comparación con su incremento<sup>20</sup>.

La disminución de la FM es uno de los cambios biológicos más importantes que ocurren con el paso de los años. En un estudio realizado por Vianna y cols. se encontró que, en hombres, sólo un 30% de la pérdida de FM se debe a la edad y en mujeres esta disminución es explicada por un 28% ( $p < 0.001$ )<sup>63</sup>.

La relación entre edad y la FM es curvilínea<sup>3,16,17,59</sup> y la disminución de la de esta fuerza de debe, en parte, a cambios hormonales<sup>63</sup> en composición corporal y de sus proporciones (masa magra, masa grasa y masa ósea)<sup>18</sup>, así como también por la reducción del tamaño y número de fibras musculares, especialmente las de tipo I<sup>7,20</sup>, y del control motor<sup>56</sup>. Otras situaciones íntimamente relacionadas con la edad en los hombres para que la FM disminuya es la pérdida de capacidad física y el aumento en el sedentarismo, disminución de testosterona, a diferencia de las mujeres las causas principales con los cambios que presentan en la talla, el peso y el sedentarismo<sup>7,9,20</sup>.

La tendencia con la edad, en ambos sexos, es el aumento en masa grasa y disminución de masa magra, a pesar de que el peso pueda mantenerse estable<sup>18,27,64</sup>. Se ha descrito en la literatura que la FM disminuye por varios procesos metabólicos (propios del envejecimiento) como en presencia de sarcopenia, proceso natural que contribuye al desarrollo de limitaciones funcionales, eleva hasta 4 veces el riesgo de discapacidad independientemente de edad, sexo, raza o nivel socioeconómico<sup>19,34,65</sup>. Se ha reportado también, que en las personas que tienen una FM por arriba del nivel promedio requerido, poseen una “capacidad de reserva”, que ayuda a prevenir limitaciones funcionales y a desarrollar algún tipo de incapacidad en la edad adulta<sup>11</sup>.

El cambio hormonal en ambos sexos se afecta por la edad y se refleja en la composición corporal (CC), en mujeres la menopausia ocasiona una disminución en la FM y en hombres a consecuencia de la disminución de la hormona de crecimiento y de la testosterona<sup>63</sup>.

De los tres factores mencionados anteriormente, son los que tienen mayor correlación con la FM, solamente un artículo ha presentado sus valores de FM tabuladas de acuerdo con edad, sexo y talla, sin embargo, debido a la gran variabilidad en los promedios de FM para diferentes países estas no pueden ser comparables entre sí<sup>13</sup>.

### 3.5.3. Influencia de la talla

Se ha descrito que la FM tiene una relación directamente proporcional a la dimensión del esqueleto (talla), debido a que la longitud de los músculos está íntimamente relacionada con la longitud de los huesos<sup>18,20,27,41,60</sup>. En personas brasileñas entre 19 y 58 años se encontró una correlación positiva ( $r^2=0.62$ ,  $p<0.001$ ) para ambas manos, junto con el peso y el IMC<sup>17</sup>. Para población inglesa el mejor predictor de FM fue la talla ( $r=0.713$ ) comparado con la media brazada ( $r=0.693$ )<sup>56</sup>.

Otro estudio realizado en Grecia<sup>3</sup> reportó asociación moderada entre estas variables ( $r=0.553, p<0.001$ ), en general para la población estudiada se encontró que por cada cm aumentado en la talla, la FM en mano dominante aumentada 1.14kg (95% IC .92-1.36,  $p<0.001$ ) en contraste con los resultados encontrados para población finlandesa por 1 cm aumentado en la talla, la FM aumentó en hombres 0.40kg (95% IC: 0.21-0.35, ajustado por edad,  $p<0.001$ ) y en mujeres 0.28kg (95% IC: 0.31-0.46,  $p<0.001$ )<sup>64</sup>.

#### 3.5.4. Influencia del peso

Las correlaciones descritas en la literatura sobre la relación entre la FM y el peso son positivas, sin embargo, a pesar de ser estadísticamente significativas, sólo representan una asociación débil para ambos sexos<sup>9,17</sup> para mano derecha e izquierda ( $r=0.247, p<0.001$  y  $r=0.225, p<0.001$ ) respectivamente<sup>18</sup>. En otro estudio sólo se encontró asociación débil en el sexo masculino, por cada kilogramo aumentado la FM aumentaba 0.25kg de FM (95%IC 0.33-0.80,  $p<0.001$ )<sup>3</sup>. Es importante mencionar que esta correlación aumenta cuando se considera sólo la proporción de masa magra, que la FM en personas con sobrepeso disminuye en ambos sexos, en hombres  $\geq 104$  kg de peso y mujeres  $\geq 91$  kg. Con lo anterior se confirma que existe un componente muscular asociado con la fuerza de mano y que al tener sobrepeso la fuerza de mano se reduce por la cantidad de masa grasa<sup>56</sup>.

#### 3.5.5. Influencia de la composición corporal (CC)

Dado que la CC permite distinguir entre las proporciones de masa grasa, masa magra y ósea, y partiendo de que los hombres tienen mayor porcentaje de masa magra, la asociación que existe entre FM y masa magra es mayor en hombres que en mujeres<sup>15,60,64</sup>. Esta asociación podría concordar con la disminución más acelerada de masa muscular en hombres que en mujeres durante el envejecimiento<sup>63,65</sup>.

El distinguir entre los componentes de la composición corporal es más importante aún que sólo considerar el peso corporal total. Los resultados de algunos estudios demuestran que la correlación de la masa magra con la FM es directamente proporcional en ambos sexos: por cada kg que aumenta en masa magra la FM en hombres aumenta 0.38kg (95% IC: 0.31-0.46,  $p<0.001$ ) y en mujeres 0.29kg (95% IC: 0.22-0.35,  $p<0.001$ )<sup>64</sup>. En contraste con relación inversa entre la masa grasa y la FM<sup>23</sup> en hombres (-0.23kg por unidad, 95% IC: -0.33, -0.12,  $p<0.001$ )<sup>64</sup>.

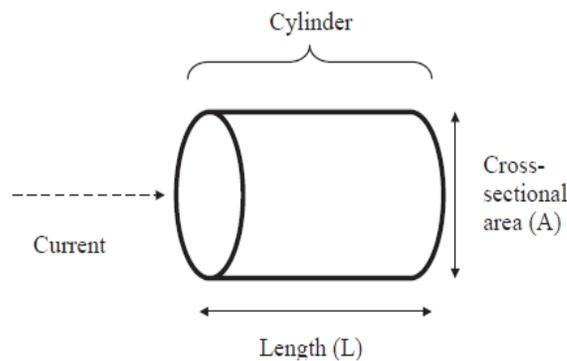
a) *Técnica de evaluación de composición corporal: análisis de impedancia bioeléctrica*

El BIA es una técnica de medición de composición corporal ampliamente utilizada en personas sanas y en pacientes. Se considera un método fácil, reproducible y portátil.

En condiciones de hidratación normal y constante, que es de 73%, esta técnica permite determinar la masa libre de grasa (MLG) y el agua corporal total (ACT) obteniendo resultados comparables con DEXA, técnica compleja, costosa y poco accesible<sup>66</sup>. El rango de coeficiente de correlación encontrado en los estudios que comparan diferentes técnicas de referencia con la BIA para medir composición corporal es de 0.74 a 0.98<sup>67</sup>.

La técnica de impedancia se basa en la ley de Ohm que establece que la resistencia (R) de un medio es proporcional a la longitud de la caída del voltaje de una corriente cuando lo atraviesa e inversamente proporcional a su área transversal, como se muestra en la siguiente figura ( [Fig. 2](#) ).

**Fig. 2** Principios del BIA



**Fig. 3** Principios de BIA, basado en leyes de la física. Modelo cilíndrico para la relación entre impedancia y geometría.

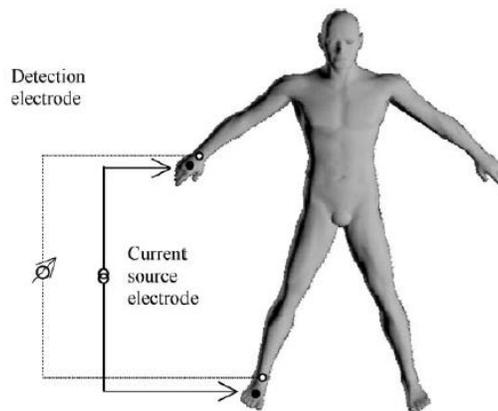
Fuente: Kyle 2004

En el cuerpo humano el método se basa en la inyección de una corriente alterna de intensidad pequeña y no perceptible, con lo cual se obtiene el valor de impedancia que se compone de dos elementos: la resistencia (R), determinada por la oposición al flujo de la corriente a través de soluciones electrolíticas intra y extra celulares y la reactancia (Xc), determinada por las propiedades de los tejidos<sup>68</sup>.

Hoffer et al. y Nyboer introdujeron el sistema tetra polar en el lado derecho del cuerpo, éste minimiza la resistencia de contacto y la interacción electrodo-piel. Se mide a través de una o más frecuencias

eléctricas posicionando los electrodos sobre diferentes regiones cutáneas, la técnica estándar utiliza una sola frecuencia (mono frecuencia), cuatro electrodos (tetra polar) y una posición distal (dos electrodos sobre la mano y dos sobre el pie omolateral) (Fig. 3). El analizador de impedancia más utilizado es el RJL<sup>®</sup>, utiliza una corriente alterna constante a una frecuencia de 50 kHz<sup>69</sup>.

**Fig. 3:** Ubicación de electrodos en mano y pie.



Fuente: Kyle 2004

En sujetos con hidratación normal, es posible estimar la MLG por medio de ecuaciones de regresión múltiple que incluyen los datos de BIA y los parámetros peso, talla, edad, Xc y R. Para población mexicana existe la siguiente [ecuación de predicción](#) obtenida a través de pletismografía por desplazamiento de aire como “estándar de oro”:

Ecuación de predicción para MLG en población mexicana

$$\text{MLG (kg)} = 0.7374 * (\text{talla}^2 / \text{R}) + 0.1763 * (\text{peso}) - 0.1773 * (\text{edad}) + 0.1198 * (\text{Xc}) - 2.4658$$

En la validación cruzada de esta ecuación Macías y cols. no encontraron diferencias en la MLG calculada por ésta ( $48.57 \pm 10.9\text{kg}$ ) y la medida con el estándar de oro ( $48.43 \pm 11.3\text{kg}$ ) la correlación encontrada fue  $R^2=0.97^{70}$ . Lo cual prueba que al utilizar la ecuación para población mexicana obtenemos resultados igual de precisos para MLG a los obtenidos por el estándar de oro.

Las ventajas de medir la FM por dinamometría, comparado con BIA, aumentan cuando se realiza a adultos mayores, pacientes que presenten malnutrición o patologías que alteren su composición corporal (sobre hidratación) como es el caso de insuficiencia cardiaca, insuficiencia renal, por mencionar algunos ejemplos. Dado que, como ya se mencionó, los resultados con BIA se alteran en estas condiciones.

#### 3.5.6. Influencia de la circunferencia de brazo (CB)

La CB se considera un sustituto para medir masa muscular del brazo en personas sanas, se ha encontrado relación entre la disminución en la FM y la disminución de la CB a consecuencia de la edad. La asociación positiva entre la FM y la CB es más fuerte en el sexo masculino<sup>18,20</sup> Anakwe y cols. encontraron que en hombres con trabajo manual reportaron mayor FM y CB a diferencia de los trabajadores no manuales, para mano dominante FM 54.4kg y CB 25.7cm contra 46.2kg y CB 23.9cm ( $p<0.001$ ). Ambas CB dominante y no dominante son predictivos para la FM en hombres<sup>71</sup>.

#### 3.5.7. Influencia del tipo de ocupación

La dificultad en la clasificación de la ocupación sumado a que todas las personas se dedican a realizar actividades específicas a diario y que estas actividades difieren entre cada personas son motivos para causar controversia entre la asociación de la ocupación de las personas con la FM, en algunos estudios este factor se ha tomado en cuenta<sup>49</sup>; Günther y cols. no encontraron correlación con tipo de ocupación, sólo se observó menor FM en las personas jubiladas (esto podría explicarse por la edad)<sup>18</sup> y en otros se recomienda considerarle para mejores resultados<sup>15,16,41,58</sup>. Gale y cols. clasifican a las personas de acuerdo a su tipo de ocupación en trabajos manuales y no manuales (sin descripción de los grupos) encontrando mayor FM en los primeros, 60.4kg vs 58.2 respectivamente, asociación similar en ambos sexos<sup>27</sup>.

#### 3.5.8. Influencia de la actividad física

La literatura contempla a la actividad física como factor importante en relación con la FM, en todos los rangos de edad y en ambos sexos<sup>49</sup>. Las personas que realizan alguna actividad física de manera regular, tienen en promedio mayor proporción de masa magra y menor masa grasa que los que no la

realizan, dependiendo del tipo de actividad física (mayor FM en actividades anaeróbicas que aeróbicas)<sup>56</sup>, el tiempo que se realice y la intensidad de ésta.

Del mismo modo, en el estudio realizado por Gale y cols, se encontró que las personas mayores de 65 años que realizaban actividades físicas tenían mayor FM en comparación con las que no las realizaban (60.4kg vs 56.9kg, p 0.004 respectivamente)<sup>27</sup>. Nevill y cols. encontraron asociación de la FM con la actividad física después de haber controlando con variables como edad, talla, peso y masa grasa<sup>56</sup>.

Es importante considerar que el tener mayor cantidad de masa magra relacionada con la etnia/raza no garantiza tener mayor fuerza (calidad)<sup>65</sup>.

### 3.5.9. Influencia de la dieta

Se consta de poca evidencia en la literatura sobre la relación específica entre la dieta en personas sanas y la FM, un estudio demostró que las personas que tienen un consumo dietético deficiente en kilocalorías, tienen menor FM ( $r=0.17$ ,  $p<0.001$ )<sup>27</sup>, sin embargo no se explica si este efecto se debe a la calidad, cantidad o tipo de dieta. Otro estudio señaló que de la dieta, la variable que mejor se correlacionó con la fuerza de mano el consumo de una porción adicional de pescado graso a la semana y quienes lo hacían incrementaban su FM (mujeres 0.48kg, 95%, IC 0.24-0.72,  $p=0.001$  y los hombres 0.43kg, 95%, IC 0.13-0.74,  $p=0.001$ )<sup>12</sup> en una población de adultos mayores de 59-73 años.

En la [Cuadro 4](#) se resumen los artículos encontrados<sup>27,31,33,40,63-65,71-75</sup>.

**Cuadro 4:** Estudios que relacionan variables de composición corporal a la FM en diferentes edades

Autor/Año	Variables de composición corporal consideradas a parte de la fuerza de mano	Tamaño de muestra/Población	Equipo	Resultados
Vianna et al (2007)	Peso y Talla	2,648 sujetos: 1,787 hombres y 861 mujeres. Todos sujetos blancos de nivel socioeconómico alto. (Población sesgada)	Takei (kg)	*Fuerza de mano en hombres mayor que en mujeres (36.8±0.20 vs 21.0±0.18kg; p<0.001)*Las variaciones para mujeres, 50 años y hombres a los 30 puede deberse: en las mujeres la <b>menopausia</b> , en hombres <b>hormona de crecimiento y testosterona</b> .
Anakwe et al (2007)	Edad, sexo, mano dominante, peso, talla y circunferencia de brazo	250 personas (172 hombres y 78 mujeres) de 18-83 años	Jamar (kg)	Los hombres con ocupación manual presentaron mayor fuerza de mano comparado con los que tenían ocupaciones no manuales (54.4 vs 46.2kg). La circunferencia de brazo en hombres resultó ser predictivo y proporcional a la fuerza de mano.
Ylihärsilä et al (2007)	Peso al nacer, masa magra, masa grasa, IMC, circunferencia de cintura y cadera, actividad física y ocupación	2003 participantes (928 hombres y 1075 mujeres) promedio de edad de 61.5 años. Con un rango de 56.7-69.8 años	Newtest (kg)	La masa magra está relacionada directamente proporcional a la fuerza de mano (95% CI:0.31,0.50, ajustado por edad, p<0.001), en contraste con la masa grasa que se relaciona inversamente (95% CI:-0.33, -0.12, p<0.001)
Gale et al (2007)	Talla, peso, circunferencia de brazo, pliegue tricóipital, hábitos de tabaco, actividad física, dieta, ocupación.	800 personas que participaban en una encuesta nutricional (452 hombres y 348 mujeres con un promedio de edad de 74.7 y 74.4 respectivamente)	Dinamómetro isométrico (kg)	Las personas que tenían una ocupación manual vs las que no tenían ocupación manual ( 60 vs 58.2, p0.04). Las personas que realizaban actividad física vs las que no (60.4 vs 56.9, p0.004)
Pieterse et al (2002)	Peso, talla, circunferencia de brazo, IMC, estado nutricio	413 hombres y 415 mujeres de 50-92 años	Harpenden (kg)	Las personas con un estado nutricio pobre vs los que tenían un estado nutricio adecuada (OR 1.75, 95%, IC: 1.15-2.66)

Continuación Cuadro 4: Estudios que relacionan variables de composición corporal a la FM en diferentes edades.

Continuación tabla 2: Estudios que relacionan variables de composición corporal a la fuerza de mano en diferentes edades

Autor/Año	Variables de composición corporal consideradas a parte de la fuerza de mano	Tamaño de muestra/Población	Equipo	Resultados
Samson et al (2000)	Peso, talla, extensión de extremidad inferior, actividades cotidianas	74 mujeres y 81 hombres de 20-90 años	Takei (kg)	Las mujeres disminuyeron la fuerza de mano de manera más drástica que los hombres (8.2% de 20-55 años y de 55-80 28%) y (19.6% de 20-55 años y de 55-80 17.4%) respectivamente.
Norman et al (2009)	Impedancia eléctrica, peso, talla, edad, sexo.	363 pacientes (172 hombres y 191 mujeres) >18 años	Digimax o Jamar	Los parámetros de impedancia eléctrica se asocian con la fuerza de mano, después de haber ajustado por variables confusoras, por lo que las 2 mediciones podrían dar mejores resultados en la evaluación de composición corporal.
Araujo et al (2008)	Edad, composición corporal, hormonas (testosterona y estradiol) y actividad física.	810 personas de diferentes razas: negra, hispanos, blancos de 30-79 años	Jamar (kg)	La masa magra se correlacionó con la fuerza de mano (rp= 0.41), el 44% de la asociación entre la edad y la fuerza de mano se debe a influencias de concentraciones hormonales, actividad física y composición corporal.
Kuh et al (2005)	Peso, talla, pruebas de control de postura, función de extremidades inferiores, actividad física.	1,406 hombres y 1,444 mujeres de 53 años.	Dinamómetro isométrico y eléctrico (kg)	Más del 90% de las mujeres presentaron limitaciones funcionales para realizar las pruebas, los hombres el >77.8%.
Kuh et al (2006)	Peso al nacer, peso post-natal, talla y peso ganado antes de los 7 años y entre los 7 y 15 años, actividad física y estado de salud.	1,406 hombres y 1,444 mujeres de 53 años.	Dinamómetro isométrico y eléctrico (kg)	Las personas de mayor talla presentaron mayor fuerza de mano, se incrementó 2.2kg en hombres y 1.8kg en mujeres por cada desviación estándar incrementada en la talla.
Newman et al (2006)	Edad, raza, comorbilidades, hábito de tabaco, actividad física.	2,292 personas de 70-79 años	Jamar (kg)	La relación entre la fuerza de mano y mortalidad en hombres fue de (HR 1.36, 95% IC 1.13-1.64) y en mujeres de (HR 1.84, 95% IC 1.28-2.65)
Araujo et al (2010)	Peso, talla, IMC, raza, masa magra, masa grasa, masa muscular en extremidad inferior.	1,157 personas de diferente raza de 30-79 años	Jamar (kg)	El índice de masa magra y la cantidad de ésta es mayor en personas negras en comparación con las personas blancas e hispanas (p<0.001) a pesar de que las personas blancas realizaban más actividades físicas y presentaron mayor fuerza de mano

### **3.6 Valores de referencia para FM en diferentes poblaciones**

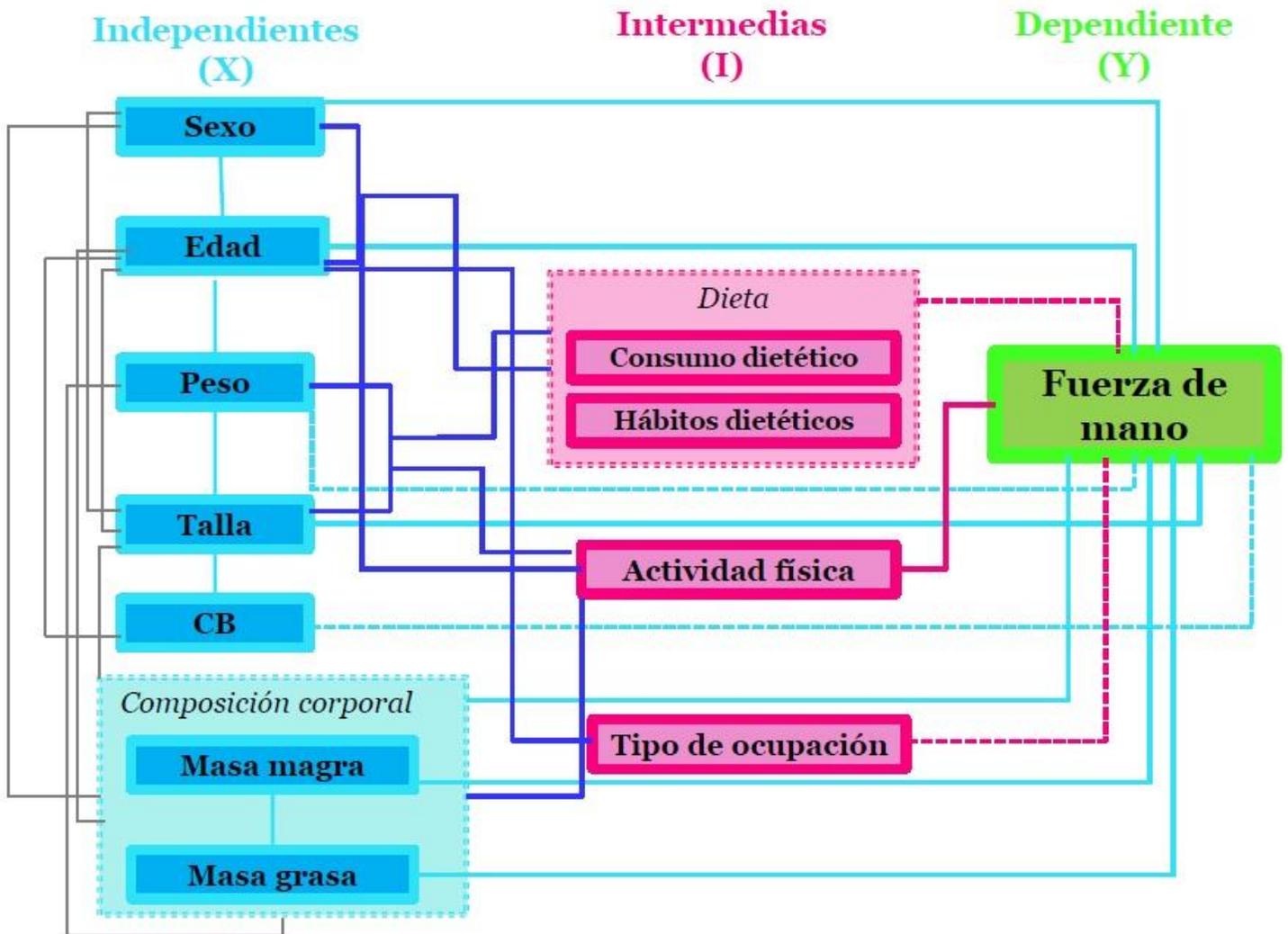
Existen diversos estudios a nivel internacional que muestran diferentes valores de referencia de fuerza de mano<sup>3,7,9,13,15-19,21,41,47-49,51,52,55,56</sup> aplicables específicamente a su población, sin embargo, el equipo que utilizan y la técnica es distinta entre cada uno de ellos.

En las siguientes tablas se muestra una comparación sobre los valores de FM obtenidos en 4 países diferentes, utilizando diferentes dinamómetros, con tamaños de muestra distintos, la única muestra representativa es la del estudio realizado por Schlüssel en Brasil, con 3,050 personas. La clasificación de las manos es distinta, algunos consideran la medición por mano derecha (MDer)/ izquierda (Mizq), y otros en mano dominante (MD)/mano no dominante (MND) y el rango de edades es comparable de 20-29 años para los estudios realizados por Günther<sup>18</sup>, Adedoyín<sup>15</sup> y Schlüssel<sup>22</sup>. Tomando todas estas consideraciones podemos apreciar diferencias, además de las ya mencionadas, en los valores de FM, obteniendo los valores más altos de FM Alemania, seguido de Brasil y por último Nigeria.

Hombres					
Autor/Año Dinamómetro	País (n)	Resultados FM			
		20-29 años		50-59 años	
Luna E (2004) Takei	España (517)	NA	NA	H:49.4kg (MD)	H:42.7kg (MND)
Günther et al (2008) Hidráulico	Alemania (769)	H: 53kg (Mder.)	H: 51kg (Mizq.)	H: 51kg (Mder.)	H: 49kg (Mizq.)
Adedoyin R (2009) Takei	Nigeria (745)	H: 36.3kg (MD)	H: 32.1kg (MND)	H: 27.6 (MD)	H: 27.4 (MND)
Schlüssel (2008) Jamar	Brasil (3050)	H: 45.8kg (Mder.)	H: 43.8kg (Mizq.)	H: 40.8kh (Mder.)	H:39.2kg (Mizq.)

Mujeres					
Autor/Año Dinamómetro	País (n)	Resultados FM			
		20-29 años		50-59 años	
Luna E (2004) Takei	España (517)	NA	NA	M: 26.4kg(MD)	M: 23.3kg(MND)
Günther et al (2008) Hidráulico	Alemania (769)	M: 32kg (Mder.)	M:30kg (Mizq.)	M: 28kg (Mder.)	M:27kg (Mizq.)
Adedoyin R (2009) Takei	Nigeria (745)	M: 25.1kg (MD)	M: 23kg (MD)	M:24.8kg (MD)	M: 23.6kg (MND)
Schlüssel (2008) Jamar	Brasil (3050)	M:27.2kg (Mder.)	M:25.6kg (Mizq.)	M:24.2kg (Mder.)	M:23kg (Mizq.)

#### 4. MAPA CONCEPTUAL



CB= Circunferencia de brazo    — Asociación comprobada    ..... Asociación en controversia

## **5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

En las últimas décadas, la evaluación de la funcionalidad de la mano utilizada para manejo médico, ortopédico, quirúrgico y nutricional ha ido en aumento. Esta herramienta, tiene la capacidad de medir la funcionalidad muscular en relación con la integridad nutricional de manera rápida, fácil, no invasiva y de bajo costo. Las deficiencias o excesos nutricionales ocasionan alteraciones en la función de un órgano, en este caso el músculo, y se ha evidenciado que la dinamometría es capaz de detectar estas modificaciones de forma temprana, antes de que se presenten cambios en su estructura o composición, identificados con parámetros antropométricos o de laboratorio.

Del mismo modo, han ocurrido cambios drásticos en alimentación, haciendo cada vez más común la presencia de síndromes como el de malnutrición en la población, lo cual implica ingestas excesivas y deficientes. Mientras no se establezca una estandarización para el diagnóstico de este tipo de síndromes, no se podrá determinar el tipo de intervención ni los resultados a evaluar.

En México, de acuerdo con la ENSANUT 2006<sup>76</sup>, el 70% de la población presentan sobrepeso y obesidad, paralelamente, las enfermedades crónicas como consecuencia del sobrepeso (diabetes mellitus, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares y dislipidemia) van en aumento. Dichas enfermedades se han convertido en la principal causa de muerte en adultos. En contraste, la disminución de peso ocasionado por las enfermedades crónicas ocurre a partir de la sexta década de vida, esto se relaciona directamente con el incremento en la morbi-mortalidad e incapacidad funcional como consecuencia de la disminución de FM que presentan estos grupos de edad.

La evaluación nutricia que se requiere para valorar este tipo de enfermedades incluye: indicadores bioquímicos, clínicos, antropométricos y funcionales, dentro de éstas últimas la FM sobresale al ser predictor de incapacidades funcionales diarias y predictor de limitaciones. A pesar de este avance en la difusión de la dinamometría no es común su aplicación para predecir resultados clínicos, ya que aún resulta complicado determinar qué tipo de técnica y dinamómetro utilizar.

Dado que no se cuentan con valores de referencia de FM para la población mexicana y que los datos reportados en la literatura son principalmente de población chilena, española y brasileña, se pretende en la población mexicana adquirir parámetros que sirvan de comparación de la normalidad, para la evaluación de una determinada patología o tratamiento y así orientar terapias en fases iniciales con la finalidad de mantener saludable a la población y mejorar la calidad de vida. De tal modo, resulta imprescindible conocer cuales con las diferentes técnicas y equipos existentes en la literatura y

establecer las características aplicables a nuestra población para impulsar el uso de la dinamometría de mano.

## 6. **HIPÓTESIS GENERAL**

- Los factores antropométricos, de composición corporal aunada a la actividad física, tipo de ocupación y dieta en las personas sanas están asociados con la fuerza de mano.

## 7. **OBJETIVOS GENERAL**

- Identificar los factores asociados a la fuerza de mano y establecer valores de referencia en sujetos adultos sanos de la Ciudad de México.

### **7.1 Objetivos específicos**

- Establecer valores de referencia de fuerza de mano de acuerdo con sexo y edad.
- Evaluar la asociación de la edad, sexo, mano derecha e izquierda, IMC, peso y talla en la fuerza de mano.
- Determinar los factores asociados a la fuerza de mano como dieta, ocupación y actividad física.

## 8. METODOLOGÍA

### 8.1 Estrategia general

Se realizó un estudio transversal con 802 personas (404 hombres y 398 mujeres) mayores de 20 años de la Ciudad de México. El cuestionario implementado recabó información demográfica (datos personales, tipo de ocupación, actividad física), antropométrica (peso, talla, circunferencia de brazo), de composición corporal (masa magra, masa grasa) y dinamometría de mano en usuarios del sistema de transporte colectivo Metro, de la Ciudad de México. Por medio de este cuestionario se obtuvo información sobre los factores asociados a la fuerza de mano y sus respectivos valores. Se establecieron, previamente, las principales variables de interés para determinar el tamaño de muestra que reflejara resultados reales y precisos.

### 8.2Diseño del estudio

Estudio transversal, analítico.

### 8.3 Descripción de la población

- **Población de estudio:** Sujetos entre >20 años usuarios del sistema de transporte colectivo Metro, estación Chabacano, de la Ciudad de México, realizado en el periodo Julio 2011-Abril 2012.
- **Criterios de selección**

#### 8.3.1. Criterios de inclusión:

Sujetos con las siguientes características:

- Edad >20 años
- Ambos sexos
- Ausencia de dolor, molestia o limitación articular en manos, brazos o columna cervical.
- Que acepten participar en el estudio

### 8.3.2. Criterios de exclusión

Sujetos con las siguientes características:

- Mujeres embarazadas
- Patologías que afecten la fuerza de sus extremidades superiores o alteren la sensibilidad de la mano (lupus, artritis reumatoide, esclerosis).
- Post-hospitalización por cualquier proceso en los últimos 6 meses.
- Evento traumático (fracturas) reciente a nivel de las extremidades superiores.
- Historia de enfermedades inflamatorias
- Lesiones neurológicas periféricas (cáncer, neuropatía por diabetes mellitus tipo II descontrolada, hipotiroidismo, insuficiencia renal, insuficiencia cardiaca).
- Práctica de algún deporte de alto rendimiento.
- Personas sin alguna extremidad.
- Hipertensión arterial descontrolada (>140/90 mm Hg, de acuerdo con la NOM-030-SSA2-1999)
- Diabetes Mellitus Tipo 2 con complicaciones (neuropatía, de acuerdo con la NOM-015-SSA2-1994) o que tenga prescrito insulina.

### 8.3.3. Criterios de eliminación

- Personas con información incompleta.

## **8.4 Tamaño de muestra**

El tamaño de muestra se calculó a partir del siguiente plan de análisis:

- 1) Basado en el supuesto de que la variable fuerza de mano tiene una distribución normal y considerando que la fuerza de mano depende, principalmente, de las variables: *sexo* y *edad*.

Entonces, se requirió cubrir con el número de personas y obtener estimaciones confiables para:

- \*Sexo
- \*5 rangos de edad
- \*Agrupados en terciles de FM

Así:

$$n = 2 * 5 * 3 = 30 * 25 \text{ personas para cada celda}$$

$$n = 750$$

Para cada sexo

Rangos de edad	Rangos de fuerza (kg) terciles		
	<33°	33°-66°	>66°
20-29	25	25	25
30-39	25	25	25
40-49	25	25	25
50-59	25	25	25
>60	25	25	25

## **8.5 Selección y muestreo de la población**

### **Lugar**

Se consideró que el sistema de transporte colectivo Metro representa un medio de transporte utilizado por gran porcentaje de la población que habita en esta ciudad (mil 410 millones 121 mil 151 usuarios en 2010) por tanto, se consideró un lugar apropiado para obtener la muestra.

Por ende, se solicitó permiso a las instalaciones del sistema de transporte colectivo Metro para utilizar un espacio en alguna de las 11 líneas y la estación Chabacano resultó la mejor opción, ya que es el cruce de 3 líneas: 2, 8 y 9 además de ser un lugar más seguro, accesible y amplio para realizar las

mediciones. El permiso se otorgó siempre y cuando no se obstruyera el tránsito de las personas de este transporte. Las encuestas y las mediciones se llevaron a cabo del 13 de julio al 1 de diciembre de 2011 en el horario antes mencionado.

### **Muestreo por conglomerados en población usuaria del Metro:**

Se realizó un muestreo de todas las personas mayores de 20 años que pasaban por el sistema de transporte colectivo Metro, estación Chabacano, en un horario de 10 am a 5 pm (5 horas), es decir, una muestra por conglomerados, donde la unidad primaria de muestreo fueron las horas.

Para corregir el efecto de no participación, se identificó a las personas de acuerdo al sexo y se preguntó la edad y razón por la que no querían participar en el estudio.

## **8.6 Procedimientos**

A los sujetos que cumplieron con los criterios de selección y que aceptaron participar en el estudio, se incluyeron sus datos en una hoja de vaciado (VER ANEXO [HOJA DE VACIADO](#)) datos personales, tipo de ocupación, consumo dietético, actividad física, y se realizó una evaluación antropométrica y de composición corporal.

### **8.6.1 Evaluación antropométrica y de composición corporal:**

Las medidas antropométricas se realizaron de acuerdo con el manual de referencia para estandarización antropométrica<sup>77</sup>.

Para la medición del peso la persona estuvo descalza y con ropa ligera, se colocó en el centro de la plataforma de la báscula en posición estándar erguida sin que el cuerpo se sostuviera con algo externo, el peso se registró en kilogramos.

Para la talla, el sujeto debió estar descalzo, con ropa ligera y sin objetos en la cabeza como broches o moños que interfirieran con la medición, la persona se ubicó en la parte central del estadiómetro, con los talones, glúteos y la parte posterior de la cabeza en contacto con el tablero. Al momento de realizar la medición, la persona realizó una inspiración profunda para compensar el acortamiento de los discos intervertebrales, asegurar que la medición se tomara de acuerdo con el plano de Frankfurt.

La circunferencia de brazo se midió con una cinta métrica flexible en cm, en el punto medio del brazo, al momento de realizar la lectura el brazo se mantuvo colgando paralelo al cuerpo.

Para la medir la composición corporal total con el equipo RJL mono frecuencia (50 kHz), por medio de la técnica estándar: la persona se retiró los objetos de metal, zapatos y calcetines, se recostó con los brazos 30° respecto al tronco y las piernas ligeramente separadas 45° entre sí en una superficie no conductora (no metal). Se limpió con alcohol el área donde se colocaron los cuatro electrodos en posición distal (dos electrodos sobre la mano y dos sobre el pie omolateral) y se tomó lectura de la resistencia y la reactancia<sup>66,69</sup>.

Para determinar las proporciones de masa magra y masa grasa se emplearon ecuaciones predictivas validadas para población mexicana y se registraron los porcentajes de masa magra y masa grasa<sup>70</sup>.

Para la determinación de la fuerza de mano, se utilizó un dinamómetro mecánico (kg) ajustable a la anchura de la mano, la persona se colocó de pie con los brazos extendidos paralelos al tronco, tomaron el dinamómetro con la mano, sin apoyo y ejerciendo la fuerza máxima. La maniobra se repitió tres ocasiones en cada mano alternándolas, se dejó un minuto como tiempo de recuperación entre ellas y se anotó el valor de cada medición, el valor máximo de cada una y el valor promedio entre las tres.

#### 8.6.2 Información de dieta, actividad física y tipo de ocupación:

Para saber el tipo de ocupación al que se dedica la persona preguntó de manera abierta, especificando los días a la semana que realiza esta ocupación y las horas al día que invierte en ésta. Se contempló la opción de tener más de una ocupación y se preguntó si era el caso, es decir, en caso de que la persona fuese empleado se preguntó si se dedicaba a otra actividad como estudiar o atender el hogar.

Las características de la dieta respecto a cantidad y calidad de los alimentos se obtuvo mediante un recordatorio de 24 horas para conocer el consumo dietético en kilocalorías totales, los gramos y el porcentaje de kilocalorías consumidas de cada macronutriente (proteínas, hidratos de carbono y lípidos); para conocer la calidad de la dieta se realizó un cuestionario de 8 preguntas sobre los hábitos dietéticos<sup>78,79</sup>. (Anexo [CUESTIONARIO PARA EVALUAR HÁBITOS DIETÉTICOS](#))

Para la información sobre actividad física se utilizó una adaptación abreviada del cuestionario del International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), instrumento de medición validado

internacionalmente y utilizado en estudios basados en población mexicana. Este cuestionario consta de siete preguntas en las que se engloban las actividades que las personas realizan en el trabajo, casa, al desplazarse y como deporte<sup>80</sup>. (Anexo [CUESTIONARIO PARA EVALUAR ACTIVIDAD FÍSICA](#))

El IPAQ divide las actividades físicas en:

**a) Vigorosas o intensas:** toda actividad que requiera un gasto de energía 8 Mets/hora<sup>1</sup>.

\*Correr, fútbol, basquetbol, voleibol, karate, artes marciales, bicicleta, patinar, clases de baile (zumba), aeróbics, nadar. Levantar objetos pesados: implica trabajos manuales como carpintería, mecánico, albañil, cargador.

**b) Moderadas:** requiere un gasto menor de energía de 4 Mets/hora.

\*Limpiar o arreglar la casa, lavar, bicicleta ligera, cargar objetos livianos.

**c) Caminar:** requiere un gasto menor de energía de 3.3 Mets/hora, incluye caminatas para trasladarse, por recreación, deporte o placer.

**d) Tiempo que pasa sentado:** incluye el tiempo en el trabajo, casa, estudio, tiempo libre, en un escritorio, leyendo o permanecer sentado o acostado mirando televisión o con juegos electrónicos y computadora.

Se preguntó la frecuencia con la que realizan estas actividades en días a la semana y en horas y/o minutos en un solo día de estas actividades antes mencionadas.

---

<sup>1</sup>Un equivalente metabólico (Mets) representa un múltiplo de la cantidad de oxígeno consumida en estado de reposo (correspondiente a 3.5ml O<sub>2</sub>/kg min<sup>-1</sup>). La cantidad presentada en Mets de una actividad es la cantidad de veces más consumida comparada con el estado de reposo.

## 9. PRUEBAS PILOTO

Previo a la medición de las personas en el sistema de transporte colectivo Metro se llevaron a cabo 2 pruebas piloto para establecer la técnica de medición, la cual nos aseguró su reproducibilidad.

### 9.1. Técnica de medición de dinamometría a utilizar

Se realizó una prueba piloto durante febrero de 2011, a 52 personas (21 hombres y 31 mujeres de 18-81 años) para estandarizar la técnica de medición de la fuerza de mano en cuanto a la posición en que se deberá realizar la prueba y su reproducibilidad.

Posterior a la obtención de los resultados y al análisis de los mismos se estableció utilizar un dinamómetro mecánico para medir la fuerza de mano, en ambas, derecha e izquierda; para cada sexo y para distintos rangos de edad; mediante instrucciones objetivas (se evitó motivar a la persona y no se permitieron mediciones de “prueba”).

En cuanto a la posición ( [Cuadro 5](#) ), no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las manos, lo cual indica que la prueba puede realizarse sentado o de pie. Debido a que la población de estudio es sana, se optó por realizar la prueba de pie con los brazos extendidos 180° para poder comparar estos resultados con las mediciones realizadas en pacientes que no puedan ponerse de pie (sentados).

Cuadro 5: Comparación de posición para realizar la prueba de fuerza de mano.

<b>Variable</b>	<b>Mano derecha Significancia (p)</b>	<b>Mano izquierda Significancia (p)</b>
<b>Posición</b>	.198	.091

Para determinar la reproducibilidad de la prueba en posición de pie se calculó el coeficiente de variación (CV) de la muestra y se obtuvieron los siguientes resultados:

<b>Sexo</b>	<b>CV mano derecha (%)</b>	<b>CV mano izquierda (%)</b>
<b>Hombres</b>	3.38	3.02
<b>Mujeres</b>	2.64	3.88

Con lo anterior se concluyó que existe un porcentaje de variación de la medición (con respecto a la media) menor al 5%, porcentaje considerablemente menor al reportado en otros artículos al utilizar el dinamómetro Jamar (CV 10% en hombres y 12% en mujeres)<sup>54</sup>.

Así, se realizaron 3 mediciones alternando cada mano y se utilizó el valor máximo; ya que nuestros resultados concuerdan con la literatura revisada, donde se menciona que no existe diferencia entre el valor promedio o el valor máximo. Por último, las personas decidieron el tiempo de duración del apretón y tuvieron un periodo de recuperación de un minuto para provocar la menor fatiga muscular.

## **9.2. Elaboración de instrumento de medición**

El instrumento de medición se diseñó para que su duración fuera de 15 minutos, esto se contempló debido a que las personas que pasan por este lugar regularmente no tienen tiempo para detenerse. Sin embargo, posterior a la prueba piloto y en la aplicación del cuestionario el promedio de duración fue de 10 minutos.

Este cuestionario se divide en 6 secciones:

- I. Datos personales
- II. Dinamometría
- III. Datos antropométricos
- IV. Composición corporal
- V. Consumo dietético
- VI. Actividad física

### Selección de personal

Se consideró como mejor opción a las personas, con licenciatura en nutrición, que hubieran realizado el servicio social en el INCMNSZ ya que las mediciones del cuestionario son las que realizan en consulta, igualmente, que estuvieran interesadas en el estudio.

### Capacitación

Durante los meses enero y febrero se realizó la estandarización de la técnica de medición de la fuerza de mano. En los siguientes meses: marzo, abril y mayo se realizó la primera prueba piloto para probar el cuestionario; en ambos procesos participaron las personas que aplicarían el cuestionario en el sistema de transporte colectivo Metro.

Se aplicó un cuestionario de prueba a 20 personas para examinar la comprensión del contenido del cuestionario y determinar la duración de éste junto con las mediciones antropométricas por persona.

Debido a los rangos de edad que incluye el estudio (> 20 años) y a que en México la hipertensión arterial y diabetes mellitus tipo II ocupan el 5<sup>to</sup> y 6<sup>to</sup> lugar, respectivamente, de las veinte principales causas de enfermedad a partir de los 45 años<sup>81</sup> es importante preguntar si las personas presentan alguna de estas enfermedades diagnosticada antes de iniciar el cuestionario. Estas preguntas no se consideraron en este cuestionario, pero si se incluyeron en el cuestionario final.

El cuestionario comenzaba preguntando los datos personales de las personas (nombre, sexo, fecha de nacimiento, actividad laboral (últimos 12 meses) y el tiempo que le dedican en horas/día y días/semana). Sólo se preguntaba una opción de ocupación, sin embargo 5 personas encuestadas manifestaron tener más dos ocupaciones, por lo que se consideró necesario agregar la opción de tener más de una ocupación. Además, se agregó a esta sección la delegación a la que pertenecían las personas para su clasificación.

Posterior a esto se registraban los datos antropométricos (peso, talla y circunferencia de brazo) y composición corporal a estas secciones no se le modificó nada, no obstante, se optó por realizar primero la medición de dinamometría debido a que 6 personas durante esta prueba reportaron tener fractura y/o dolor, la presencia de cualquiera de las dos anteriores los excluiría del estudio. Se consideró importante enfatizar en estas dos preguntas para asegurar que las personas no tuvieran fracturas ni presentaran dolor alguno.

La sección de consumo dietético, en el cuestionario breve para identificar hábitos dietéticos saludables y no saludables se les preguntó a las personas si el lenguaje era claro y comentaron que sí, sugiriendo mencionar ejemplos de comida rápida (hamburguesas, hot dogs, pizzas) y de postres (pasteles, helados).

Por último, para la sección de actividad física se utilizó el *cuestionario global de actividad física* (GPAQ, por sus siglas en inglés), las personas encuestadas mencionaron que el lenguaje es poco claro, se recomendó utilizar imágenes y ejemplos acordes a la población mexicana. Por lo anterior, se eligió cambiar a una adaptación abreviada del *cuestionario internacional de actividad física* (IPAQ, por sus siglas en inglés) éste último validado internacionalmente y utilizado en diferentes estudios nacionales como ENSANUT 2006. Se utilizaron imágenes de las diferentes actividades físicas como apoyo visual

para el encuestador y los encuestados (Ver anexo [IMÁGENES DE APOYO PARA EVALUAR ACTIVIDAD FÍSICA](#)).

Realizando esta aplicación de cuestionarios se logró identificar las preguntas relevantes y el orden en que debían ser realizadas, la información que no era necesaria se eliminó. Debido a lo anterior, el tiempo invertido era de 20-30 min/persona y se logró reducir a 10-15 min/persona.

### Aplicación

La aplicación del cuestionario y las mediciones las realizamos 3 nutriólogas a los usuarios del sistema de transporte colectivo Metro, con una duración de 10 minutos por persona.

<b>Actividades</b>	<b>Fecha</b>
<u>Actividades preparatorias</u>	
1. Preparación del cuestionario	1. Noviembre- diciembre de 2010
2. Selección del personal	2. 1-15 de enero de 2011
3. Capacitación	3. 16-31 enero de 2011
4. Estandarización	4. Enero-febrero 2011
5. Prueba piloto	5. Marzo, abril y mayo 2011
6. Obtención de permisos y selección del área de trabajo	6. Junio 2011
<u>Actividades de instrumentación</u>	
7. Aplicación del cuestionario	7. Julio – Diciembre de 2011
8. Análisis cuestionarios	8. Febrero- Mayo de 2011

Se estableció un plan de monitoreo continuo, en el cual, diariamente se capturaban las mediciones realizadas para asegurar que los datos estuvieran completos y que se recabaran correctamente.

### **9.3. Selección del área de trabajo y estrategias para aplicación de cuestionario**

Como se mencionó en el apartado de [metodología](#) se solicitó permiso para utilizar un espacio en la Línea 9 “Estación Chabacano” correspondencia con líneas 2, 8 y 9 para recabar la información de las encuestas y las mediciones necesarias para el estudio del 22 de agosto al 1 de diciembre de 2012 en un horario de 10 am a 5 pm.

Las estrategias planeadas para atraer la atención de la gente fueron utilizar un banner/biombo con la información de lo que se realizaría, explicar en qué consiste el trabajo, realizar un conjunto de

mediciones antropométricas que no implican riesgo ([CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO](#)), toma de presión arterial y recomendaciones nutricionales de manera gratuita.

**Conoce tu:**

- \*Peso
- \*% grasa y músculo
- \*Fuerza
- \*Presión arterial

**¡Recomendaciones nutricionales!**

## **10. MARCO INSTITUCIONAL**

**Los soportes con los que se contó para llevar a cabo el proyecto fueron:**

- Oficio por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

La UNAM otorgó el oficio núm. UTE/2011/138, donde hace constar que el estudio, “Factores asociados a la fuerza de mano y valores de referencia para la población de la Ciudad de México”, a realizar pertenece a la maestría de Epidemiología con campo del conocimiento en Ciencias de la Salud del Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la salud para solicitar permiso a las instalaciones del sistema de transporte colectivo Metro.

- Oficio por parte del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ)

Del mismo modo, el INCMNSZ y mis tutores (Dra. Lilia Castillo Martínez y Dr. Arturo Orea Tejeda) proporcionaron un oficio donde se respalda el proyecto a realizar, explicándose detalladamente el contenido del estudio, la metodología, la finalidad y los beneficios que la población obtendría al participar en el estudio.

- Permiso autorizado por parte del sistema de transporte colectivo Metro

El Lic. Samuel Ayala Luévanos, de la Gerencia de Atención al Usuario del Sistema de transporte Colectivo, autorizó el permiso con Ref.: GAU/11100/3673 y a partir del 13 de julio de 2011 hasta el 1 de diciembre de ese mismo año se estuvieron realizando las mediciones, en el horario de 10 am a 5 pm.

### **Otros Componentes**

Durante el periodo de ejecución del proyecto ocurrieron situaciones imprevistas en la estación “Chabacano”, tales como: exhibiciones de yoga, diversos conciertos de rock, música versátil, nortea y representaciones de teatro.

Estos eventos implicaron una reprogramación en cuanto al horario de mediciones para cada mes, para esto se solicitó a la Gerencia de Atención al Usuario el calendario de eventos programados mensualmente.

## **11. PLAN DE ANALISIS**

Para la captura de datos se utilizó en el programa Excel, posteriormente para el análisis estadístico se empleó el programa SPSS versión 17.0. Por medio de la prueba Kolmogorov-Smirnov se probó la distribución normal para las variables estudiadas; para el análisis descriptivo, las variables con distribución normal se reportan en media  $\pm$  DE (Desviación Estándar) y las restantes en mediana y percentiles. Las variables categóricas se presentarán en número de sujetos y porcentaje. Se realizó la prueba t-student de muestras independientes o U de Mann-Whitney, según corresponda, para comparar diferencias de la FM entre sexos y posteriormente para cada mano.

Se realizó una  $\chi^2$  para probar si el tipo de ocupación era diferente entre hombres y mujeres. Para comparar las diferencias de fuerza entre ambas manos para cada rango de edad y por sexo se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) y el contraste post hoc de Scheffé, utilizando la prueba de Levene para analizar la igualdad de varianzas.

Se reportó la distribución de los terciles (33°-66°-99°) de FM estratificados por sexo y rangos de edad. Del mismo modo se calcularon índices para la FM, ajustado por la talla, estratificado por sexo y para cada rango de edad.

Para determinar el grado de asociación entre los factores estudiados: antropométricos, corporales, dieta, ocupación y actividad física con la FM se desarrolló un análisis bivariado basado en el coeficiente de correlación de Pearson o Spearman de acuerdo con el tipo de variable y para identificar las variables determinantes se realizó análisis de regresión lineal múltiple. Las correlaciones se realizaron para la población en general y dividida para cada sexo.

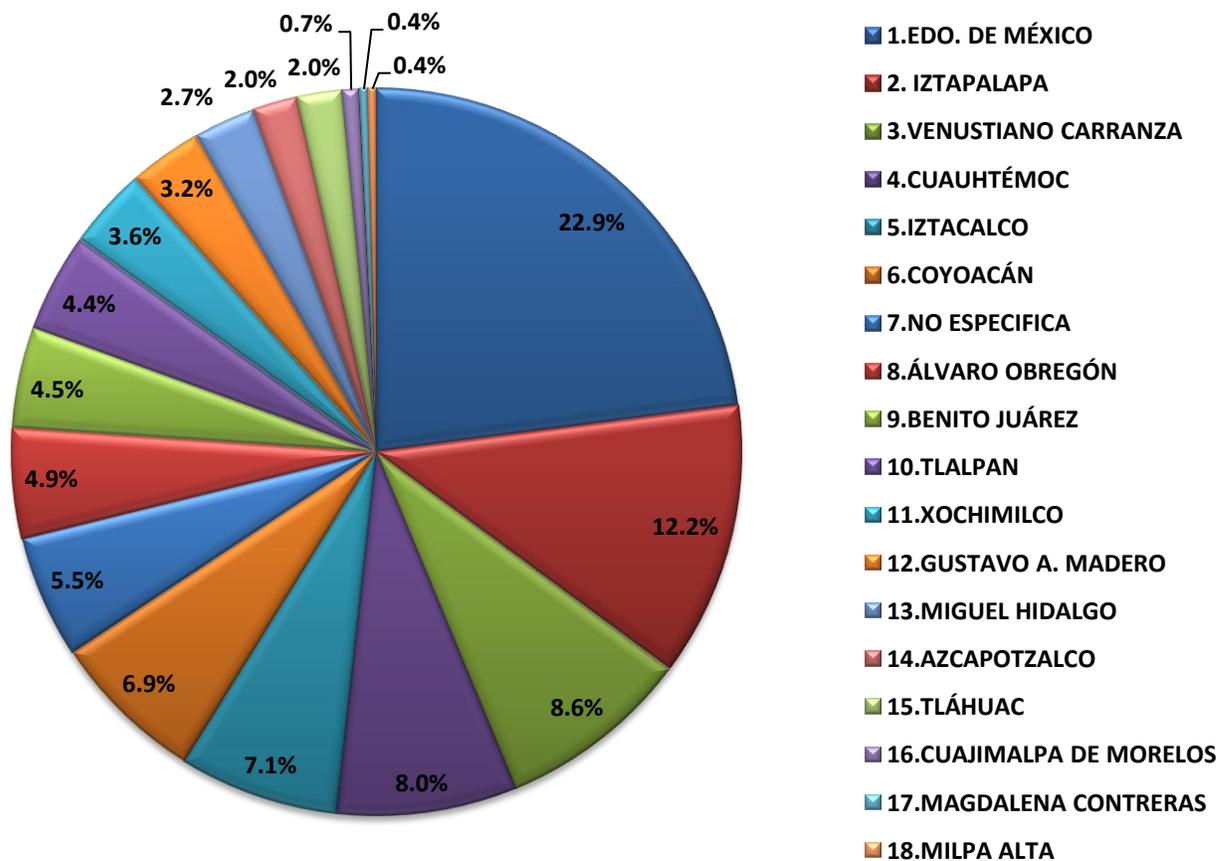
Por último, para la creación de las ecuaciones de regresión para fuerza de mano, se eligieron las variables por el método forward ( $p < 0.05$ ), este procedimiento se realizó para cada mano.

## 12. RESULTADOS

Se midieron 802 personas (404 hombres y 398 mujeres) mayores de 20 años de la ciudad de México. De las cuales, el 94.14% eran diestras, solamente el 3.9% de la población reportó ser zurdo y el 1.95% ambidiestro, considerando lo anterior, los resultados de fuerza de mano se reportan en mano derecha (Mder) y mano izquierda (Mizq), sin considerar la dominancia de la mano, encontrando mayor fuerza en la Mder para ambos sexos. En personas diestras, la mano derecha tuvo 1.65 kg más de fuerza que la mano izquierda en mujeres, mientras que en hombres esta diferencia fue de 2.5 kg.

La siguiente [Gráfica1](#) se presenta la distribución de la población medida por lugar de residencia y se observa que el Edo. de México representa el mayor porcentaje debido a que engloba diferentes municipios, sin embargo el porcentaje mayor corresponde al D.F, acumulando sus 16 delegaciones (71.6%).

**Gráfica1.** Distribución de la población por lugar de residencia.



En la [Tabla 1](#) se muestran las características de la población dividida por sexo, los hombres tuvieron valores promedio mayores para la mayoría de las variables (peso, talla, circunferencia de brazo, presión arterial: TAS y TAD, masa magra, fuerza de mano máxima tanto en Mder como en Mizq, actividad física (vigorosa y moderada), el consumo de kcal/día de la dieta, ácidos grasos polinsaturados y colesterol), excepto en masa grasa, donde las mujeres presentaron mayor cantidad de ésta ( $40.36 \pm 7.33$  vs  $30.70 \pm 7.66$   $p = < 0.001$ ).

Los grupos no presentaron diferencias en cuanto a la caminata, los Mets totales, Mets de deporte, las horas sentado, el consumo de proteínas, hidratos de carbono, azúcares, lípidos y el tipo de ocupación.

La mano derecha tiene aproximadamente 6% mayor fuerza que la mano izquierda en ambos sexos, y los hombres presentaron más fuerza que las mujeres, 36.7% en mano derecha y 36.6% en la mano izquierda.

En la [Tabla 2](#) se presenta la distribución del total de la muestra (776 personas) mayores de 20 años que cumplen con los criterios para medir la fuerza de mano, dividida por sexo y para cada rango de edad. El rango de edad con menor número de personas fue de 40-49 años para el grupo de los hombres y para las mujeres el rango de 30-39 años. La distribución por sexo por rangos de edad está equilibrada.

**Tabla 1.** Características antropométricas, corporales, fuerza de mano, actividad física, dieta y ocupación de las personas incluidas en el estudio.

Variables	Mujeres n=398	Hombres n=404	(p)*
Edad (años) n=398/404	45 (30-55)	44.5 (30.25-59)	0.494
TAS (mmHg) n=330/352	117 (108-130)	128.5 (119-139)	<0.001
TAD (mmHg) n=330/352	76.55±9.72	81.13±10.45	<0.001
<b>Antropometría</b>			
Peso (kg) n=354/376	64.71±10.96	75.59±12.39	<0.001
Talla (cm) n=354/376	154.16±6.42	167.33±6.80	<0.001
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) n=354/376	27.20±4.12	26.95±3.80	0.859
CB (cm) n=353/375	28.89±3.25	30.36±3.19	<0.001
Masa magra (%) n=342/373	59.63±7.33	69.29±7.66	<0.001
Masa grasa (%) n=342/373	40.36±7.33	30.70±7.66	<0.001
R (ohms) n=342/373	585.84±69.67	492.60±56.01	<0.001
Xc (ohms) n=342/373	58.86±7.16	55.89±7.69	<0.001
Ángulo de Fase (°) n=342/373	5.77±0.64	6.50±0.84	<0.001
Fuerza máxima Mder (kg) n=373/402	26.35±5.09	41.68±7.37	<0.001
Fuerza máxima Mizq (kg) n=374/402	24.82±5.11	39.19±7.28	<0.001
<b>Actividad física</b>			
AF Vigorosa (Mets) n=113/188	1,920 (960-2,400)	1,920 (960-4,320)	0.066
AF Moderada (Mets) n=259/197	2,160 (720-5,040)	480 (240-1,200)	<0.001
Caminata (Mets) n=331/357	990 (495-2,376)	990 (577.5-2,772)	0.125
AF Total (Mets) n=352/368	3,568.5 (1,933.12-6,745.75)	3,027 (1,188-5,806.87)	0.005
Deporte (Mets) n=122/183	1,530 (720-2,400)	1,680 (720-3,120)	0.485
Tiempo Sentado (horas) n=350/370	3 (2-5)	4 (2-6)	0.111
<b>Alimentación (n=334/372)</b>			
Energía (kcal/día)	1,589.97 (1,311.77-1,980.21)	2,183.62 (1,708.56-2,718.99)	<0.001
Kcal /kg peso	25.32 (20.04-31.26)	29.22 (22.07-36.15)	<0.001
Ingesta de proteína (% kcal/día)	16.88 (13.72-19.68)	15.94 (13.4-19.52)	0.188
Ingesta hidratos de carbono (% kcal/día)	54.01±10.63	54.22±10.46	0.776
Ingesta de azúcar (% kcal/día)	20.28±9.87	19.99±9.13	0.687
Ingesta de lípidos (% kcal/día)	28.77±9.88	28.88±8.66	0.873
Ingesta de AG poli (g)	7.60 (4.85-11.67)	10.02 (6.76-16.40)	<0.001
Ingesta de Colesterol (mg)	210.33 (134.23-330.39)	279.29 (183.74-496.55)	<0.001
<b>Tipo de ocupación (n=353/375)</b>			
Manual (%)	91 (22.9%) ó 25.8%	108 (26.7%) ó 28.8%	0.405
No manual (%)	262 (65.8%) ó 74.2%	267 (66.1%) ó 71.2%	

Los datos de la tabla se representan como promedio + DE, mediana (25º percentil-75º percentil) o frecuencia (%).

\*p basada en t- student, U de Mann Whitney o x2 según corresponda.

IMC, Índice de Masa Corporal; CB, Circunferencia de Brazo; TAS, Tensión Arterial Sistólica; TAD, Tensión Arterial Diastólica; R, Resistencia; Xc, Reactancia; Mder, Mano derecha; Mizq, Mano izquierda; AF, Actividad Física; AG Poli, Ácidos Grasos Polinsaturados.

**Tabla 2.** Frecuencia de la población por sexo y rango de edades.

Rangos de edad	Mujeres n (48.19%)	Hombres n (51.80%)
20-29	86 (23.0)	85 (21.1)
30-39	65 (17.4)	77 (19.2)
40-49	81 (21.7)	65 (16.2)
50-59	75 (20.1)	77 (19.2)
>60	67(17.9)	98(24.4)
<b>Total</b>	<b>374</b>	<b>402</b>

### **12.1. Precisión de los resultados**

La fuerza promedio para la mano derecha fue de  $26.35 \pm 5.09$  kg para mujeres (IC 25.83-26.87), la mano izquierda tuvo en promedio  $24.82 \pm 5.11$  kg (IC 24.30-25.34); del mismo modo, para los hombres, el promedio de fuerza para la mano derecha fue de  $41.68 \pm 7.37$  kg (IC 40.96-42.4) y para mano izquierda  $39.19 \pm 7.28$  kg (IC 38.47 -39.91 kg). Resultados basados en la clasificación por sexo, las DE y los límites de fuerza para cada sexo y en cada mano son estrechos.

General	Datos		Estimador			
	Varianza	DE	Varianza	DE	Límite superior	Límite inferior
Fuerza de mano derecha	99.34	9.96	0.12	0.35	33.6	35.0
Fuerza de mano izquierda	91.36	9.57	0.11	0.34	31.58	32.94

Mujeres	Datos		Estimador			
	Varianza	DE	Varianza	DE	Límite superior	Límite inferior
Fuerza de mano derecha	25.92	5.09	0.06	0.26	25.83	26.87
Fuerza de mano izquierda	26.13	5.11	0.06	0.26	24.30	25.34

Hombres	Datos		Estimador			
	Varianza	DE	Varianza	DE	Límite superior	Límite inferior
Fuerza de mano derecha	54.37	7.37	0.13	0.36	40.96	42.4
Fuerza de mano izquierda	53.12	7.28	0.13	0.36	38.47	39.91

	Datos ponderados		
	$\bar{x}$	Varianza	DE
Fuerza de mano derecha	33.22	39.40	6.07
Fuerza de mano izquierda	31.26	38.8	6.04

Considerando que la fuerza de mano está fuertemente asociada con la edad, en la [Tabla 3](#) se reporta el promedio±DE de la fuerza para cada rango de edad, encontrando diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en donde el grupo de >60 años tuvo la menor fuerza comparado con los demás grupos de edad.

En la [Gráfica 2](#) se observa que la fuerza de mano derecha e izquierda en ambos sexos es mayor a los 30 años: hombres (43.83±7.81 y 42.59±7.81, respectivamente) comenzando a disminuir a los 50 años en Mder (41.92±6.27) y de manera más marcada en la Mizq (38.85±5.88); en mujeres (27.94±4.80 y 26.65±5.05), comenzando a disminuir en la Mizq a los 40 años, pero el pico más evidente es a los 50 años en ambas manos (25.45±4.54 y 23.56±4.41). Los hombres tuvieron mayor fuerza promedio en todos los rangos de edad en ambas manos. Del mismo modo, se presenta la relación entre la fuerza de mano con la edad en años y se observa que a mayor edad menos fuerza de mano para ambos sexos.

**Tabla 3.** Fuerza de mano (kg) dividida por sexos, para cada mano y rangos de edad.

Rangos de edad (años)	Fuerza de mano kg					(p)*
	20-29	30-39	40-49	50-59	>60	
<b>Mujeres</b>						
Mano derecha	27.90 (4.47)‡	27.94 (4.80)*‡	27.50 (4.62)‡	25.45 (4.54)*	22.43 (5.04)	<0.001
Mano izquierda	26.42 (4.73) ‡	26.65 (5.05)∞‡	25.79 (4.70)	23.56 (4.41)	21.25 (4.77)	
<b>Hombres</b>						
Mano derecha	43.76 (8.07) ‡	43.83 (7.81)*‡	43.0 (6.02)‡	41.92 (6.27)*	37.13 (6.0)	<0.001
Mano izquierda	41.29 (7.56) ‡	42.59 (7.81)∞ ‡	40.53 (5.84)	38.85 (5.88)	34.07 (5.63)	

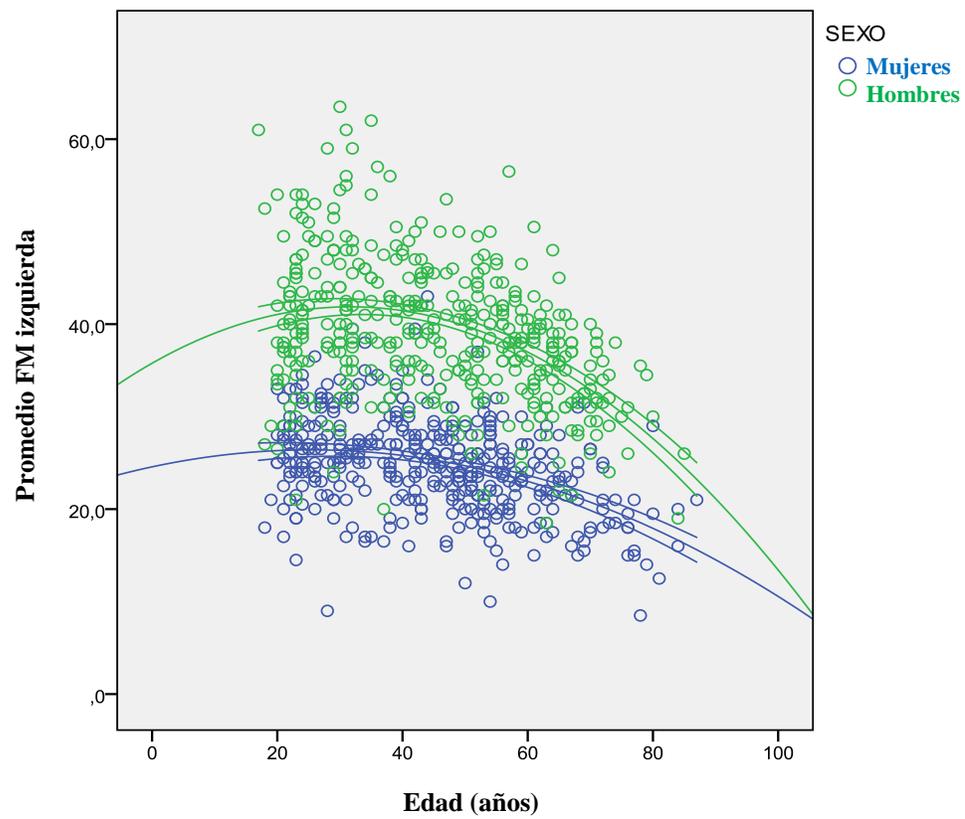
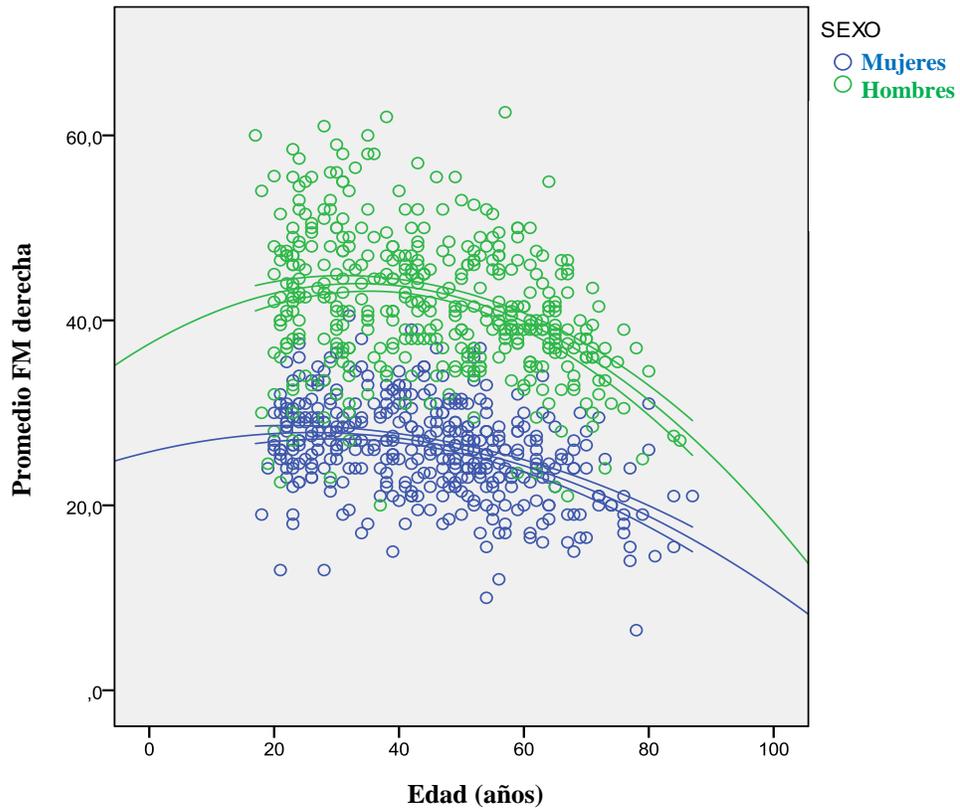
Los datos de la tabla se representan como promedio ± DE. Mder, Mano derecha; Mizq, Mano izquierda.

\*p<0.05: grupo 30-39 vs 50-59, grupo 50-59 vs >60.

∞ p<0.01: grupo 30-39 vs 40-49.

‡p <0.001: grupo 20-29 vs >60, grupo 30-39 vs 50-59 (MI) y vs >60 (MD) , grupo 40-49 vs >60.

**Gráfica 2.** Relación entre fuerza de mano (kg) y edad, para ambos sexos.



Debido a que la edad y el sexo tienen una relación directa con la fuerza de mano, se establecieron terciles de los valores de referencia para cada mano por los rangos de edad previamente establecidos. (Tabla 4,5,6 y 7).

**Tabla 4.** Propuesta de tablas de referencia para fuerza de mano derecha en mujeres (n=373) medidas en el Metro de la Cd. de México, 2011.

Rango de edad	n	Fuerza de mano (kg)		
		<33°	33°-66°	>66°
20-29	86	23.35	28.14	32.55
30-39	65	22.4	27.65	32.8
40-49	81	22.0	27.17	32.57
50-59	74	20.3	24.84	29.53
>60	67	16.39	22.16	27.71

**Tabla 5.** Propuesta de tablas de referencia para fuerza de mano izquierda en mujeres (n=373) medidas en el Metro de la Cd. de México, 2011.

Rango de edad	n	Fuerza de mano (kg)		
		<33°	33°-66°	>66°
20-29	86	22.41	26.19	30.94
30-39	65	21.92	26.58	30.63
40-49	81	21.87	25.27	29.67
50-59	74	19.57	23.13	26.8
>60	67	15.97	21.5	25.34

**Tabla 6.** Propuesta de tablas de referencia para fuerza de mano derecha en hombres (n=402) medidos en el Metro de la Cd. de México, 2011.

Rango de edad	n	Fuerza de mano (kg)		
		<33°	33°-66°	>66°
20-29	85	34.91	44.35	52.05
30-39	77	35.46	43.28	52.80
40-49	65	36.31	42.83	49.26
50-59	77	35.42	41.40	48.98
>60	98	30.67	37.36	43.34

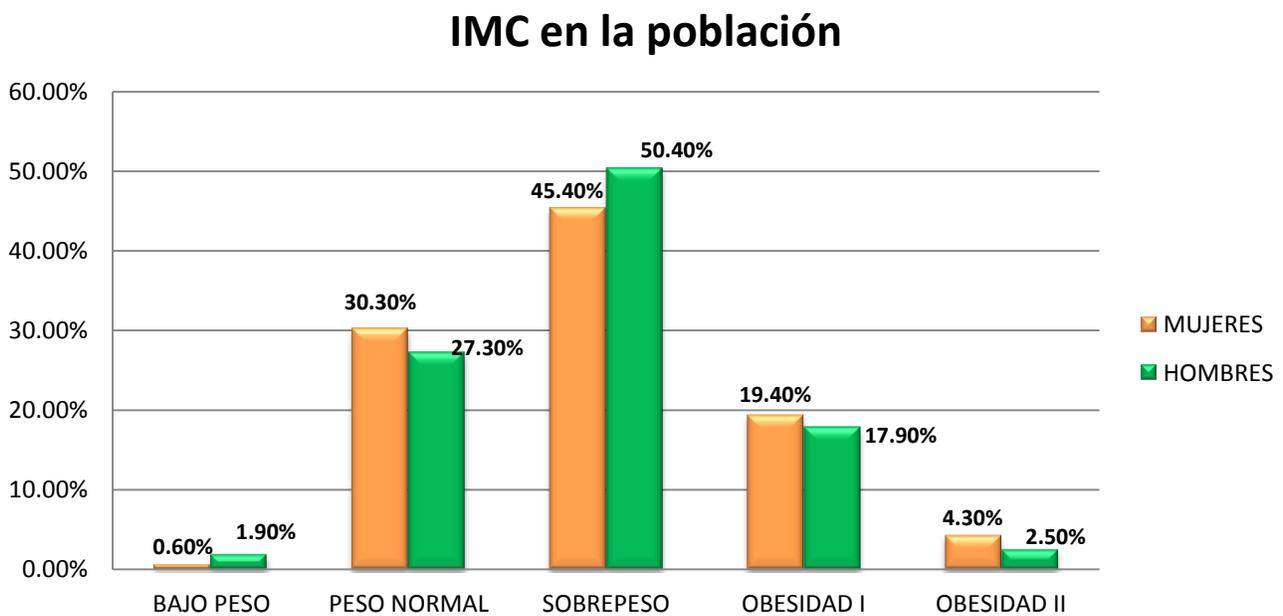
**Tabla 7.** Propuesta de tablas de referencia para fuerza de mano izquierda en hombres (n=402) medidos en el Metro de la Cd. de México, 2011.

Rango de edad	n	Fuerza de mano (kg)		
		<33°	33°-66°	>66°
20-29	85	34.01	41.37	48.50
30-39	77	35.78	41.46	50.62
40-49	65	34.88	41.38	44.9
50-59	77	35.00	39.01	42.52
>60	98	30.07	33.64	38.51

Otra variable que se relaciona con la fuerza de mano es el peso, las mujeres tuvieron un peso promedio de  $64.71 \pm 10.96$  kg mientras que los hombres pesaron, en promedio,  $75.59 \pm 12.39$  kg ( $p < 0.001$ ).

En la [Gráfica 3](#) se muestra la distribución del índice de masa corporal (IMC) de la población para cada sexo. Aquí se puede observar que el 45.4% de las mujeres y 50.4% de los hombres tienen sobrepeso; en conjunto, la obesidad (I y II) ocupan el 23.7% para las mujeres y 20.4% para los hombres. En contraste, solamente el 30.3% de las mujeres y 27.3% de los hombres tienen IMC normal.

**Gráfica 3.** IMC de la población, dividida por sexo.



Además de analizar las características antropométricas, se consideraron otras variables relacionadas con la fuerza de mano como: el tipo de ocupación, composición corporal, actividad física y la dieta.

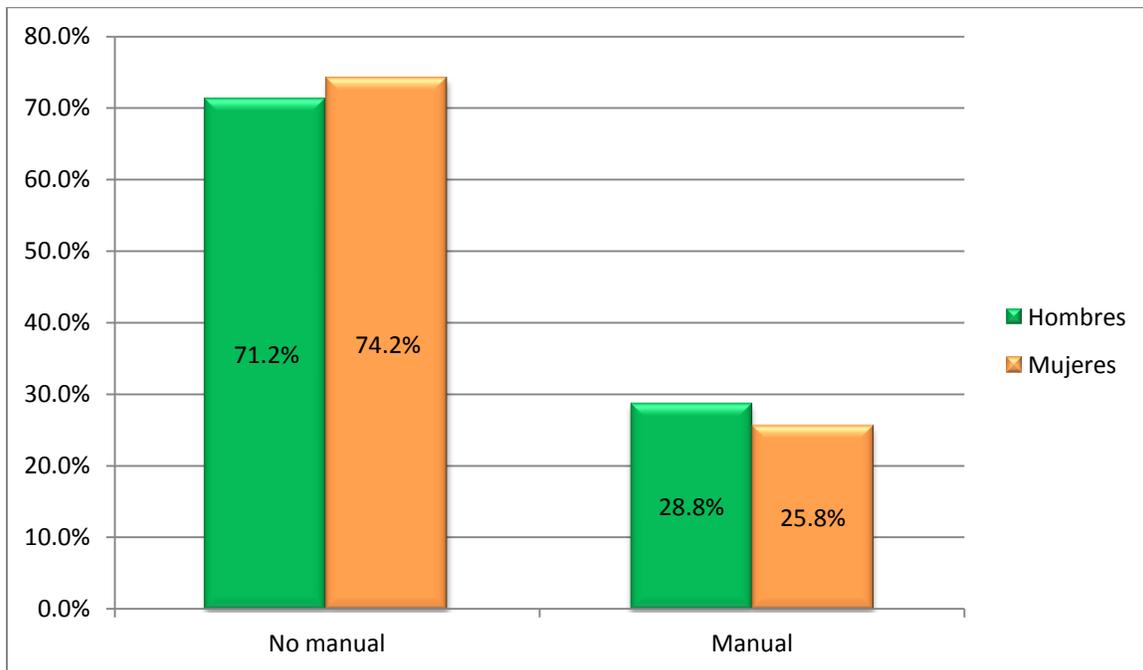
En cuanto al tipo de ocupación, en la [Tabla 8](#) se reportan, por sexo, las diversas ocupaciones de respectivamente. Para las mujeres, la principal ocupación es el hogar, el trabajo de oficina y el comercio; mientras que para los hombres predominan los oficinistas seguida de los comerciantes y estudiantes; destacando que ninguna de estas ocupaciones implica un trabajo manual.

En general, solamente el 25.78% de las mujeres y 28.8% de los hombres ejercen alguna ocupación de tipo manual a diferencia del 74.22% de las mujeres y 71.2% de los hombres donde el trabajo no implica esfuerzo manual ([Gráfica 4](#)).

**Tabla 8.** Tipo de ocupación de la población estudiada.

Tipos de ocupación	Mujeres n=355(48.5%)	Hombres n=377(51.5%)
Hogar	41%	2%
Oficinista	14%	33%
Comerciante	13%	17%
Estudiante	12%	13%

**Gráfica 4.** Distribución de tipo de ocupación por sexo.



Cuando se comparó la fuerza de mano entre las personas que tenían un tipo de ocupación manual contra no manual no se encontraron diferencias entre la fuerza para ninguno de los dos sexos ([Tabla 9](#)).

**Tabla 9.** Fuerza de mano (kg) por tipo de ocupación para cada sexo.

Sexo	Tipo de ocupación	Fuerza de mano (kg)	(p)*
<b>Mujeres</b>	MD	Manual	0.159
		No manual	
	MI	Manual	0.259
		No manual	
<b>Hombre</b>	MD	Manual	0.426
		No manual	
	MI	Manual	0.492
		No manual	

Otro tipo de variables que pueden modificar la fuerza de mano son la composición corporal, la dieta y la actividad física; se presentan las correlaciones bivariadas con sus respectivas significancias para la población en general ([Tabla 10](#)) y para cada sexo ([Tabla 11](#) y [12](#)).

De acuerdo con las características estudiadas para la población en general: clínicas, composición corporal, actividad física, alimentación y tipo de ocupación; las variables que tienen mayor correlación con la fuerza de mano fueron: sexo, talla, resistencia, masa magra (%), ángulo de fase, peso, circunferencia de brazo y edad para ambas manos; todas las variables son significativas, estos resultados se presentan en la [Tabla 10](#). Demostrando una correlación negativa con: edad, resistencia, actividad física moderada e hidratos de carbono.

**Tabla 10.** Correlación entre la fuerza de mano y factores asociados en la población general (n=802)

Variables	MD_V MAX		MI_VMAX	
	r	(p)	r	(p)
Sexo	0.771**	(<0.001)	0.750**	(<0.001)
Edad (años)	-0.181**	(<0.001)	-0.208**	(<0.001)
TAS (mmHg)	0.242**	(<0.001)	0.237**	(<0.001)
TAD (mmHg)	0.242**	(<0.001)	0.225**	(<0.001)
<b>Antropometría</b>				
Peso (kg)	0.529**	(<0.001)	0.518**	(<0.001)
Talla (cm)	0.736**	(<0.001)	0.727**	(<0.001)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0.073*	(0.048)	0.072	(0.053)
CB (cm)	0.377**	(<0.001)	0.364**	(<0.001)
Masa magra (%)	0.559**	(<0.001)	0.555**	(<0.001)
Masa grasa (%)	-0.559**	(<0.001)	-0.555**	(<0.001)
Resistencia (ohms)	-0.565**	(<0.001)	-0.550**	(<0.001)
Reactancia (ohms)	-0.057**	(0.171)	-0.029**	(0.433)
Ángulo de Fase (°)	0.541**	(<0.001)	0.551**	(<0.001)
Agua natural (ml)	0.109**	(0.003)	0.121**	(0.001)
<b>Actividad física (AF)</b>				
AF Vigorosa (Mets)	0.127*	(0.028)	0.119*	(0.039)
AF Moderada (Mets)	-0.413**	(<0.001)	-0.389**	(<0.001)
Caminata (Mets)	0.035	(0.366)	0.030	(0.430)
AF Total (Mets)	-0.069	(0.064)	-0.061	(0.101)
Deporte (Mets)	0.080	(.163)	0.090	(0.116)
Tiempo Sentado (horas)	0.113**	(0.003)	0.100**	(0.008)
<b>Alimentación</b>				
Energía (kcal/día)	0.392**	(<0.001)	0.378**	(<0.001)
Kcal /kg peso	0.130**	(0.001)	0.117**	(0.002)
Ingesta de proteína (% kcal/día)	-0.017	(0.459)	0.003	(0.939)
Ingesta hidratos de carbono (% kcal/día)	-0.059	(0.120)	-0.071	(0.058)
Ingesta de azúcar (% kcal/día)	-0.015	(0.682)	-0.021	(0.575)
Ingesta de lípidos (% kcal/día)	0.050	(0.182)	0.059	(0.115)
Ingesta de AG poli (g)	0.193**	(<0.001)	0.186**	(<0.001)
Ingesta de Colesterol (mg)	0.280**	(<0.001)	0.267**	(<0.001)
<b>Tipo de ocupación</b>	0.057	(0.123)	0.055	(0.139)

\*\*La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

\*La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

Cuando las correlaciones se realizan para cada sexo, en las mujeres las variables que mejor se correlacionan con la fuerza, tanto en mano derecha como izquierda son: talla, edad, ángulo de fase, masa magra (%), peso, circunferencia de brazo y resistencia.

**Tabla 11.** Correlación entre la fuerza de mano y factores asociados en mujeres.

Variables	MD_V MAX		MI_VMAX	
	r	(p)	r	(p)
Edad (años)	-0.389**	(<0.001)	-0.380**	(<0.001)
TAS (mmHg)	-0.136*	(0.014)	-0.090	(0.105)
TAD (mmHg)	0.007	(0.904)	0.010	(0.862)
<b>Antropometría</b>				
Peso (kg)	0.276**	(<0.001)	0.314**	(<0.001)
Talla (cm)	0.419**	(<0.001)	0.433**	(<0.001)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0.070	(0.193)	0.112*	(0.036)
CB (cm)	0.190**	(<0.001)	0.204**	(<0.001)
Masa magra (%)	0.361**	(<0.001)	0.319**	(<0.001)
Resistencia (ohms)	-0.155**	(0.004)	-0.185**	(0.001)
Reactancia (ohms)	0.200**	(<0.001)	0.174**	(0.001)
Ángulo de Fase (°)	0.374**	(<0.001)	0.379**	(<0.001)
Agua natural (ml)	0.078	(0.148)	0.114*	(0.033)
<b>Actividad física (AF)</b>				
AF Vigorosa (Mets)	0.113	(0.234)	0.190*	(0.044)
AF Moderada (Mets)	-0.025	(0.695)	-0.024	(0.704)
Caminata (Mets)	0.029	(0.600)	-0.032	(0.566)
AF Total (Mets)	0.067	(0.208)	0.047	(0.383)
Deporte (Mets)	0.123	(0.178)	0.206*	(0.023)
Tiempo Sentado (horas)	0.067	(0.215)	0.061	(0.260)
<b>Alimentación</b>				
Energía (kcal/día)	0.080	(0.147)	0.089	(0.106)
Kcal /kg peso	-0.057	(0.301)	-0.069	(0.210)
Ingesta de proteína (% kcal/día)	0.037	(0.503)	0.049	(0.370)
Ingesta hidratos de carbono (% kcal/día)	-0.058	(0.289)	-0.065	(0.238)
Ingesta de azúcar (% kcal/día)	-0.025	(0.652)	-0.021	(0.702)
Ingesta de lípidos (% kcal/día)	0.024	(0.664)	0.033	(0.552)
Ingesta de AG poli (g)	-0.052	(0.348)	-0.064	(0.243)
Ingesta de Colesterol (mg)	0.092	(0.092)	0.076	(0.165)
<b>Tipo de ocupación</b>	0.057	(0.287)	0.045	(0.405)

\*\*La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

\*La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

Por el contrario, en los hombres de acuerdo al nivel de correlación entre las diferentes variables con la fuerza de mano quedan de la siguiente manera: talla, circunferencia de brazo, peso, ángulo de fase, edad, resistencia y masa magra (%).

**Tabla 12.** Correlación entre la fuerza de mano y factores asociados en hombres.

Variables	MD_V MAX		MI_VMAX	
	r	(p)	r	(p)
Edad (años)	-0.328 <sup>***</sup>	(<0.001)	-0.380 <sup>***</sup>	(<0.001)
TAS (mmHg)	0.049	(0.360)	0.023	(0.662)
TAD (mmHg)	0.180 <sup>**</sup>	(0.001)	0.140 <sup>**</sup>	(0.008)
<b>Antropometría</b>				
Peso (kg)	0.395 <sup>**</sup>	(<0.001)	0.356 <sup>**</sup>	(<0.001)
Talla (cm)	0.440 <sup>**</sup>	(<0.001)	0.425 <sup>**</sup>	(<0.001)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0.211 <sup>**</sup>	(<0.001)	0.173 <sup>**</sup>	(0.001)
CB (cm)	0.429 <sup>**</sup>	(<0.001)	0.387 <sup>**</sup>	(<0.001)
Masa magra (%)	0.215 <sup>**</sup>	(<0.001)	0.246 <sup>**</sup>	(<0.001)
Resistencia (ohms)	-0.270 <sup>**</sup>	(<0.001)	-0.224 <sup>**</sup>	(<0.001)
Reactancia (ohms)	0.124 <sup>*</sup>	(0.016)	0.187 <sup>**</sup>	(<0.001)
Ángulo de Fase (°)	0.350 <sup>**</sup>	(<0.001)	0.375 <sup>**</sup>	(<0.001)
Agua natural (ml)	0.086	(0.097)	0.121	(0.001)
<b>Actividad física (AF)</b>				
AF Vigorosa (Mets)	0.045	(0.538)	0.023	(0.753)
AF Moderada (Mets)	-0.103	(0.151)	-0.078	(0.277)
Caminata (Mets)	-0.022	(0.674)	-0.007	(0.896)
AF Total (Mets)	-0.002	(0.971)	0.041	(0.433)
Deporte (Mets)	0.049	(0.509)	0.037	(0.620)
Tiempo Sentado (horas)	0.142 <sup>**</sup>	(0.006)	0.113 <sup>*</sup>	(0.029)
<b>Alimentación</b>				
Energía (kcal/día)	0.160 <sup>**</sup>	(0.002)	0.140 <sup>**</sup>	(0.007)
Kcal /kg peso	-0.004	(0.935)	-0.024	(0.648)
Ingesta de proteína (% kcal/día)	0.040	(0.445)	0.104 <sup>*</sup>	(0.046)
Ingesta hidratos de carbono (% kcal/día)	-0.130 <sup>*</sup>	(0.012)	-0.158 <sup>**</sup>	(0.002)
Ingesta de azúcar (% kcal/día)	-0.071	(0.170)	-0.105 <sup>*</sup>	(0.043)
Ingesta de lípidos (% kcal/día)	0.104 <sup>*</sup>	(0.045)	0.124 <sup>*</sup>	(0.017)
Ingesta de AG poli (g)	0.081	(0.117)	0.087	(0.095)
Ingesta de Colesterol (mg)	0.251 <sup>**</sup>	(<0.001)	0.241 <sup>**</sup>	(<0.001)
<b>Tipo de ocupación</b>	0.020	(0.694)	0.034	(0.509)

\*\*La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

\*La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral)

Finalmente, de todos los factores propuestos para cada sexo, la variable que tiene la mayor correlación con la fuerza de mano fue la talla, por esta razón se proponen ajustar la fuerza de mano a la talla de las personas, creando un índice para cada sexo y rango de edad ( [Tabla 13](#), [14](#), [15](#), [16](#) ).

**Tabla 13.** Propuesta de tablas de referencia del índice de fuerza de mano derecha/estatura en mujeres (n=373) medidas en el Metro de la Cd. de México, 2011.

Rango de edad	n	Índice de fuerza de mano (kg)		
		<33°	33°-66°	>66°
20-29	64	9.25	11.25	13.17
30-39	57	9.11	11.30	13.42
40-49	77	9.15	11.35	13.42
50-59	67	8.71	10.75	12.58
>60	64	7.47	9.99	11.99

**Tabla 14.** Propuesta de tablas de referencia del índice de fuerza de mano izquierda/estatura en mujeres (n=373) medidas en el Metro de la Cd. de México, 2011.

Rango de edad	n	Índice de fuerza de mano (kg)		
		<33°	33°-66°	>66°
20-29	64	9.75	11.04	12.93
30-39	57	9.70	11.50	12.78
40-49	77	9.63	11.48	12.95
50-59	67	9.24	11.06	12.21
>60	64	7.89	10.37	11.60

**Tabla 15.** Propuesta de tablas de referencia del índice de fuerza de mano derecha/ estatura en hombres (n=402) medidos en el Metro de la Cd. de México, 2011.

Rango de edad	n	Índice de fuerza de mano (kg)		
		<33°	33°-66°	>66°
20-29	72	12.01	15.23	17.75
30-39	72	12.65	14.94	17.96
40-49	65	12.84	15.22	15.23
50-59	72	12.93	14.79	16.91
>60	93	11.47	13.66	15.78

**Tabla 16.** Propuesta de tablas de referencia del índice de fuerza de mano izquierda/estatura en hombres (n=402) medidos en el Metro de la Cd. de México, 2011.

Rango de edad	n	Índice de fuerza de mano (kg)		
		<33°	33°-66°	>66°
20-29	72	12.36	15.19	17.44
30-39	72	13.29	14.65	17.55
40-49	65	13.23	15.37	17.01
50-59	72	13.67	14.83	16.09
>60	93	12.47	13.22	15.21

Además se demostró que el modelo que mejor explica el comportamiento de la FM utilizando el menor número de variables es el que incluye: sexo, edad, talla, circunferencia de brazo, resistencia, ángulo de fase ( $R^2$  corregida = 0.733 para mano derecha y  $R^2$  corregida= 0.717 para mano izquierda), reportado en las siguientes [Tabla 17](#) y [18](#).

**Tabla 17.** Factores asociados con la fuerza de mano en mano derecha.

Variable	B	p	IC 95%	
			Límite inferior	Límite superior
<b>Intersección</b>	-34.744	<0.001	-49.727	-19.760
<b>Edad</b>	-0.046	0.005	-0.077	-0.014
<b>Talla</b>	0.373	<0.001	0.306	0.440
<b>CB</b>	0.186	0.017	0.033	0.339
<b>R</b>	-0.010	0.018	-0.018	-0.002
<b>Ángulo de Fase</b>	2.294	<0.001	1.621	2.967
<b>Sexo</b> (Mujeres)	-7.599	<0.001	-9.008	-6.191
<sup>2</sup> R <sup>2</sup> corregida= 0.733				

**Tabla 18.** Factores asociados con la fuerza de mano en mano izquierda.

Variable	B	p	IC 95%	
			Límite inferior	Límite superior
<b>Intersección</b>	-34.020	<0.001	-48.653	-19.387
<b>Edad</b>	-0.056	<0.001	-0.87	-0.025
<b>Talla</b>	0.361	<0.001	0.296	0.427
<b>CB</b>	0.136	0.073	-0.013	0.285
<b>R</b>	-0.010	0.017	-0.018	-0.002
<b>Ángulo de Fase</b>	2.384	<0.001	1.726	3.041
<b>Sexo</b> (Mujeres)	-6.612	<0.001	-7.988	-5.1237
<sup>2</sup> R <sup>2</sup> corregida= 0.717				

A los modelos de las [Tabla 19](#) y [Tabla 20](#) se le agregan factores de actividad física (Mets actividad física vigorosa) y dieta (kcal/día y ácidos grasos polinsaturados), sin aportar algo al modelo, quedando de la siguiente manera:  $R^2$  corregida = 0.710 para mano derecha y  $R^2$  corregida= 0.692 para mano izquierda. Debido a que estas variables no contribuyen a explicar la fuerza de mano, se decidió utilizar los modelos de la [Tabla 17](#) y [Tabla 18](#) para obtener ecuaciones de regresión para predecir la fuerza de mano, sin considerar la composición corporal, actividad física, dieta y tipo de ocupación presentadas en la [Tabla 21](#).

**Tabla 19.** Modelo para FM derecha agregando factores de actividad física y dieta.

Variable	B	p	IC 95%	
			Límite inferior	Límite superior
<b>Intersección</b>	-18.842	0.111	-42.041	-4.357
<b>Edad</b>	-0.062	0.016	-0.112	-0.011
<b>Talla</b>	0.331	<0.001	0.225	0.437
<b>CB</b>	0.363	0.003	0.122	0.604
<b>R</b>	-0.021	0.002	-0.034	-0.007
<b>Ángulo de Fase</b>	1.009	0.056	-0.028	2.045
<b>METS_VIGOROSA</b>	0.00031	0.623	-0.000091	0.000
<b>KCAL_CONFIRMADAS</b>	0.000	0.698	-0.001	0.001
<b>Poli</b>	-0.005	0.921	-0.111	0.100
<b>Sexo</b> (Mujeres)	-7.673	<0.001	-9.903	-5.443
<sup>2</sup> R <sup>2</sup> corregida= 0.710				

**Tabla 20.** Modelo para FM izquierda agregando factores de actividad física y dieta.

Variable	B	p	IC 95%	
			Límite inferior	Límite superior
<b>Intersección</b>	-39.833	0.001	-62.793	-16.872
<b>Edad</b>	-0.040	0.119	-0.089	-0.010
<b>Talla</b>	0.387	<0.001	0.282	0.492
<b>CB</b>	0.278	0.023	0.039	0.516
<b>R</b>	-0.010	0.120	-0.023	0.003
<b>Ángulo de Fase</b>	1.871	<0.001	0.845	2.897
<b>METS_VIGOROSA</b>	0.000041	0.501	-0.0000793	0.000
<b>KCAL_CONFIRMADAS</b>	0.000	0.664	-0.001	0.001
<b>Poli</b>	-0.025	0.640	-0.129	0.080
<b>Sexo</b> (Mujeres)	-6.433	<0.001	-8.641	-4.226
<sup>2</sup> R <sup>2</sup> corregida= 0.692				

**Tabla 21.** Ecuación de regresión para FM más sencilla.

Mano	R <sup>2</sup> ajustada	Ecuación de regresión
<b>Derecha</b>	0.711	y= -16.246-0.096 (Edad) +0.278 (Talla) +0.506 (CB) -10.1972 (Sexo)
<b>Izquierda</b>	0.690	y= -14.168-0.108 (Edad) +0.263 (Talla) +0.459 (CB) -10.117 (Sexo)

Edad: años, Talla: cm, CB: cm, Sexo: hombre=0/mujer=1

### **13. DISCUSIÓN**

La medición de la fuerza de mano (FM) por dinamometría es una herramienta sencilla que se ha implementado como parte de la evaluación del estado nutricional, en la literatura existe evidencia sobre la relación entre la FM con la edad y en cada sexo, sin embargo esta evidencia corresponde a población extranjera que no es comparable con la población mexicana.

La principal virtud de este estudio fue determinar cuáles son los factores que influyen en la FM, desde los que se encuentran bien establecidos hasta los que se proponen como posibles modificadores de la FM como tipo de ocupación, dieta y actividad física.

Los principales hallazgos de este estudio fueron los siguientes: mayor fuerza en la mano derecha comparada con la mano izquierda, menor fuerza de mano a mayor edad y la principal variable asociada con la fuerza de mano fue la talla para ambos sexos.

De valor adicional a este estudio es que, se elaboraron las primeras tablas con valores de referencia para población mexicana y considerando la talla. Del mismo modo se proponen ecuaciones de regresión para cada mano contemplando sólo 3 variables (edad, talla y sexo) para predecir la FM sin tener que realizar mediciones complejas como es el caso del análisis de impedancia bioeléctrica.

A pesar de que las correlaciones bivariadas de las características antropométricas y de composición corporal con la FM anteriormente presentadas son estadísticamente significativas, las indispensables para explicar la FM fueron: sexo, edad, talla, circunferencia de brazo, resistencia y ángulo de fase.

#### **Influencia del sexo**

En todos los estudios revisados, está bien establecido que el sexo es el principal factor que influye sobre la FM entre hombres y mujeres, de ahí las diferencias encontradas en los estudios previamente realizados por Härkönen y Basse<sup>7</sup> que plantean una FM mayor hasta en 70% en hombres comparado con mujeres; este estudio no es la excepción, encontramos esta relación pero en menor porcentaje, 36-37% de más fuerza en hombres que en mujeres para todos los rangos de edad, para en la mano derecha y mano izquierda, respectivamente; aunque esta diferencia es menor.

Estas asociaciones son independientes de las que pueden surgir en conjunto con la edad y la composición corporal.

## **Influencia de la edad**

En el presente estudio no se encontró una correlación sólida entre la FM y la edad ( $r^2 = -0.181$ ;  $p < 0.001$ ) a diferencia de lo evidenciado por Gale y cols.<sup>27</sup> para población inglesa ( $r^2 = -0.43$ ;  $p < 0.001$ ). Para nuestra población, la edad explica variación de la FM en 43%: 16% en mujeres y 10.6% en hombres.

El pico de fuerza de mano máxima para la población mexicana se presentó a los 30 años de igual manera se ha reportado en población brasileña y griega, comenzando a descender a los 40 años en las mujeres y acentuándose esta pérdida a los 50 años, la cual se puede explicar por la poca utilidad de la mano no dominante en las actividades cotidianas, esto se relaciona con el gran porcentaje de población diestra (94.14%), pero más aún con los cambios hormonales y probablemente por la menopausia<sup>63</sup>. En los hombres la FM es mayor a los 30 años, comenzando a disminuir a los 50 años, de manera más marcada en la mano izquierda resultados similares a los encontrados por Mitsionis et al. en población griega<sup>3</sup>.

De acuerdo con un estudio realizado por Ranten y cols.<sup>9</sup> en 1998 en una muestra de 3,677 personas procedentes de Honolulu, el promedio anual de pérdida de FM en personas de 50-59 años fue 1.1%. por otra parte, en población danesa 50-85 años de 0.65 kg para hombres y 0.34 kg para mujeres<sup>13</sup>; si comparamos estos resultados con los obtenidos en nuestro estudio las pérdidas ascienden a 2.51% en los hombres y 7.45% en las mujeres lo cual indica grandes diferencias con ambas poblaciones.

## **Influencia de la talla**

La talla fue la variable que mejor se correlacionó con la FM ( $r^2 = 0.736$ ) para la población en general, esta correlación fue mayor en nuestra población, comparada con las encontradas en población inglesa para adultos >65 años ( $r^2 = 0.31$   $p < 0.001$ )<sup>27</sup> y para adultos entre 25 y 44 años ( $r^2 = 0.713$   $p < 0.001$ )<sup>56</sup>; para población griega ( $r^2 = 0.553$   $p < 0.001$ )<sup>3</sup>.

Para población mexicana estas correlaciones junto con su significancia estadística, se conservaron cuando se realizó el análisis para cada sexo, quedando de la siguiente manera: hombres ( $r^2 = 0.440$ ;  $p < 0.001$ , mano derecha y  $r^2 = 0.425$ ;  $p < 0.001$ , mano izquierda) y mujeres ( $r^2 = 0.419$ ;  $p < 0.001$ , mano derecha y  $r^2 = 0.433$ ;  $p < 0.001$ , mano izquierda), datos similares a los encontrados en población española ( $r^2 = 0.52$ ;  $p < 0.01$ , para mujeres y  $r^2 = 0.67$ ;  $p < 0.01$ , para hombres)<sup>21</sup>.

De acuerdo con nuestra media nacional de talla en México reportada en la ENSANUT 2006<sup>76</sup>, las mujeres miden 153 cm, mientras que los hombres 165 cm, datos que coinciden con la población estudiada: mujeres 154.16 cm y hombres 167.3cm. Con estos resultados las diferencias antropométricas entre países como Brasil<sup>22</sup> (mujeres 158.2 cm y hombres 171.8 cm), Grecia<sup>3</sup> (mujeres 165.0 cm y hombres 170.3 cm) o Reino Unido<sup>27</sup> (mujeres 155.0 cm y hombres 167. cm) se acentúan junto con las diferencias entre fuerza de mano, estas diferencias pueden deberse a que estas poblaciones tienen una talla mayor, además de que los dinamómetros utilizados son distintos.

### **Influencia del peso**

Las asociaciones entre la fuerza de mano y peso que se han reportado en la literatura son controversiales ( $r^2=0.092-0.57$ )<sup>18,21,82</sup>, de tal modo que no se tiene claro si se asocia de forma independiente a la fuerza de mano, por lo que se contempló el peso y el IMC como una de las mediciones.

Para esto se consideró la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población mexicana, de acuerdo con lo reportado por ENSANUT en 2006<sup>76</sup>, es de 66.7% en hombres y en mujeres 71.9%. Esta prevalencia en nuestro estudio aumentó en hombres 70.8% y es muy parecido en mujeres, 69.1%.

Hablando específicamente de obesidad, la prevalencia en personas >20 años es de 30%, para mujeres 34.5% y hombres 24.2%. Es por esto que en el presente estudio se midieron personas con sobrepeso y obesidad, encontrando una prevalencia menores para obesidad 23.7% para las mujeres y 20.4% para los hombres. Específicamente para este estudio se encontraron las siguientes correlaciones:  $r^2=0.529$  para Mder y  $r^2=0.518$  para Mizq. Sin embargo cuando se analiza por sexo, éstas se vuelven débiles ( $r^2=0.276$ ;  $p<0.001$  y  $r^2=0.395$ ;  $p<0.001$ , para mujeres y hombres respectivamente). En consecuencia, se pudo prescindir de esta medición y del IMC para explicar la variabilidad de la FM.

### **Influencia de la composición corporal (CC)**

Con respecto a la composición corporal se ha observado que la FM y la masa magra están directamente relacionadas, asociación que es más fuerte en hombres.

Nuestros resultados no coinciden con estas asociaciones ( $r^2= 0.361$ ;  $p<0.001$  para mujeres y  $r^2= 0.215$ ;  $p<0.001$  para hombres), considerado que la masa magra es una medición indirecta, ya que se obtiene

por medio de la ecuación que incluye otras variables como peso, talla, edad, resistencia y reactividad; por tanto, se analizaron las mediciones directas que son resistencia, reactividad y ángulo de fase, encontrando correlaciones mayores: asociación inversa con R ( $r^2=-0.565$ ;  $p<0.001$ ) y ángulo de fase ( $r^2= 0.541$ ;  $p<0.001$ ). Norman y cols. encontraron asociaciones entre la fuerza de mano con la resistencia y reactividad estandarizada por edad<sup>74</sup>.

Además de esta asociación es importante considerar que existe una interacción en el efecto que ocasiona la edad y cambios hormonales en la composición corporal y sus proporciones, en cada sexo<sup>18</sup>.

### **Influencia de la circunferencia de brazo (CB)**

La CB tiene mayor correlación con fuerza de mano en los hombres que en las mujeres para mano derecha ( $r^2=0.429$  y  $r^2=0.190$ ), corroborando la utilidad que tiene esta medición como sustituto de la MM del brazo, para hombres es un buen indicador de la fuerza de mano<sup>18,20,71</sup>.

Esta variable resultó ser una de las más útiles para predecir la FM, de manera práctica, por medio de la ecuación de regresión propuesta.

### **Influencia del tipo de ocupación**

A pesar de que en la mayoría de los estudios se propone incluir el tipo de ocupación como una variable que podría modificar la FM<sup>15,16,54,58</sup>, y que algunos estudios han encontrado asociación entre los diferentes tipos de ocupación<sup>27,49</sup>, en este estudio no se encontró relación estadísticamente significativa entre la FM de las personas con algún tipo de ocupación manual en comparación con no manual en ninguno de los dos sexos, estos resultados concuerdan con lo reportado por Budziareck et al<sup>17</sup> y Günther et al<sup>18</sup> (2008).

### **Influencia de la actividad física (AF)**

Contrario a los resultados obtenidos en población inglesa, la AF no significó ser una variable determinante para la FM (0.080;  $p 0.163$  para mano derecha y 0.090;  $p 0.116$  para mano izquierda) como lo propone Nevill et al (2000)<sup>56</sup>, esto en nuestra población podría explicarse por la poca actividad física que realizan las personas que participaron en nuestro estudio, por alta prevalencia de sobrepeso y obesidad, además del sedentarismo. Encontramos que las personas permanecen sentadas en promedio: 3 (2-5) horas, las mujeres y 4 (2-6) horas, los hombre durante el día.

## **Influencia de la dieta**

Considerando que una dieta con aporte suficiente de proteína ayuda a la estimulación de masa muscular, se planteó la idea de que la dieta podría asociarse con ésta; se obtuvieron asociaciones débiles pero estadísticamente significativas con la ingesta calórica al día y con las kcal por kg de peso para la población en general ( $r^2= 0.392$ ;  $p <0.001$ , para Mder y  $r^2= 0.378$ ;  $p <0.001$  para Mizq), asociación que se sólo se conservó en hombres. Existió correlación positiva débil con el consumo de proteína en hombres y para la mano izquierda  $r^2= 0.104$ ;  $p <0.046$ , en contraste, el consumo de hidratos de carbono y azúcares se correlacionaron de manera negativa  $r^2= -0.158$ ;  $p <0.002$ ,  $r^2= -0.105$ ;  $p <0.043$ , respectivamente.

Es importante destacar en este estudio que el consumo de hidratos de carbono simples (azúcares) que consumen las personas es de 0.24% a 56.97% (20.13% en promedio) del total de kilocalorías que ingieren en su dieta diaria. Dicho porcentaje sobrepasa la recomendación diaria de hidratos de carbono simples, es decir, éstos solamente deberían ser el 10% del total de las kcal de hidratos de carbono o el 0.05% del total de kcal al día.

Además, se encontró una asociación fuerte entre la fuerza de mano con ácidos grasos polinsaturados para la población en general ( $r^2= 0.193$ ;  $p <0.001$ , para Mder y  $r^2= 0.186$ ;  $p <0.001$  para Mizq).

Los resultados encontrados son similares a los reportados por Robinson y cols.<sup>12</sup>, en cuanto a la ingesta calórica, proteica y el consumo de pescado graso, sin embargo la población que ellos estudiaron fue de adultos mayores de 59-73 años y en este estudio se evaluaron personas desde 20 años.

\*Por su parte, el colesterol también se correlacionó con la dieta en la población en general ( $r^2= 0.280$ ;  $p <0.001$ , para Mder y  $r^2= 0.267$ ;  $p <0.001$  para Mizq), al analizar por sexos, los hombres conservaron esta asociación fuerte ( $r^2= 0.251$ ;  $p <0.001$ , para Mder y  $r^2= 0.241$ ;  $p <0.001$  para Mizq)...

## **Valores de referencia para la población mexicana**

Previa corroboración de la normalidad de nuestra principal variable, la FM para mano derecha y mano izquierda, se establecen los valores de referencia para nuestra población. Los valores que obtuvimos son menores si se comparan con poblaciones brasileñas<sup>22</sup>, inglesas<sup>27</sup>, alemanas<sup>18</sup>; son similares a los encontrados en población española<sup>21</sup> y solamente por arriba de poblaciones de Nigeria<sup>15</sup>, en éste último se utilizó el mismo dinamómetro mecánico marca Takei empleado en este estudio.

Estas diferencias permiten concluir que estas variaciones se deben además de las diferentes características de cada población a la técnica y al equipo empleado en cada uno de los estudios, es por esto que resulta útil tener los valores específicos de referencia para nuestra población.

Posterior a eso se han propuesto ecuaciones para estimar la FM, la cual representa una herramienta accesible y útil sólo para la población mexicana, ya que las ecuaciones existentes fueron realizadas con base en características de otras poblaciones distintas a la nuestra<sup>13,18,56</sup>.

#### **14. CONCLUSIONES:**

- La fuerza de mano es mayor en hombres que en mujeres para todos los rangos de edad y para ambas manos.
- La fuerza de mano se afecta con la edad, a mayor edad menor fuerza de mano.
- El pico de fuerza en la mano derecha para ambos sexos es a los 30 años, comenzando a disminuir a partir de los 50 años.
- La fuerza de mano disminuye en mayor porcentaje en las mujeres que en los hombres después de los 30 años.
- La talla es el factor asociado con mayor correlación con la fuerza de mano en ambos sexos.
- Ni el peso, ni el índice de masa corporal se asociaron de manera independiente con la fuerza de mano.
- Los cálculos indirectos como la masa magra y masa grasa tuvieron una pobre correlación con la fuerza de mano.
- Los cálculos directos ángulo de fase y resistencia tuvieron una correlación moderada con la fuerza de mano.
- La circunferencia de brazo fue el segundo factor que mejor se correlacionó con la fuerza de mano en los hombres.
- La fuerza de mano se modifica por el conjunto de variables antropométricas y de composición corporal en la población mexicana.

## 15. LIMITACIONES:

- A pesar de que la muestra del estudio no es representativa de la Ciudad de México, permite inferir acerca de la población que pasa por la estación del sistema de transporte colectivo Metro, esto implica que es un subgrupo de la población de la Ciudad de México con ambos sexos, de diferentes rangos de edades y de diferentes estratos económicos, con una población que procede de las diferentes delegaciones políticas de la ciudad.
- Tamaño de muestra insuficiente, ya que para poder realizar tablas con 5 percentiles se requieren mínimo 1,250 personas.

Para cada sexo					
Rangos de edad	Rangos de fuerza (kg) percentiles				
	10°	25°	50°	75°	90°
20-29	25	25	25	25	25
30-39	25	25	25	25	25
40-49	25	25	25	25	25
50-59	25	25	25	25	25
>60	25	25	25	25	25

- Dificultad para completar el rango >70 años; al inicio se contempló cubrir 6 rangos de edad, sin embargo por haber realizado las mediciones en el sistema de transporte colectivo Metro se tuvo que adecuar el rango a >60 años.
- Contar con un instrumento de medición de actividad física preciso para poder encontrar la variabilidad que existe entre la fuerza de mano de personas y las diversas actividades físicas que pueden realizar las personas.
- Considerando las diferencias entre equipos y técnicas planteadas con anterioridad, es necesario que la implementación de estos resultados sea para mediciones realizadas con este equipo específicamente para que los datos sean precisos.

## **16. RECOMENDACIONES:**

- Crear un estudio longitudinal por medio de varias mediciones transversales, para identificar la evolución de la fuerza de mano como proceso natural que ocurre en todas las personas.
- Ampliar el tamaño de muestra con la finalidad de tener personas > de 60 años y establecer rangos a partir de esta edad para distinguir la fuerza de mano en adultos mayores y utilizar esta herramienta como predictor tanto de morbilidad y mortalidad.
- Ampliar el tamaño de muestra con la finalidad de tener personas < de 20 años y establecer rangos a partir de esta edad para distinguir la fuerza de mano en niños-adolescentes y utilizar esta herramienta para evaluar la fuerza de mano como proceso natural, basado en el desarrollo y crecimiento normal.
- Utilizar la fuerza de mano, como complemento, en la evaluación nutricional para obtener además de información de los componentes, la funcionalidad muscular.
- Ajustar la fuerza de mano por dinamometría con una medición que reporte la masa magra de manera independiente.
- Emplear los valores de referencia y las ecuaciones propuestas en este artículo podrían ser de utilidad en la valoración nutricia y clínica.

## 17. ANEXOS

### CUESTIONARIO PARA EVALUAR HÁBITOS DIETÉTICOS

Ammerman y cols.<sup>78</sup> elaboraron un cuestionario simple y relativamente breve de 8 preguntas que identifica hábitos dietéticos saludables y no saludables. Este cuestionario se derivó de un cuestionario de hábitos dietéticos más extenso (54 preguntas) y se han reportado resultados similares entre éstos.

#### [PAXTON.STARTING THE CONVERSATION. PERFORMANCE OF A BRIEFLY DIETARY ASSESSMENT AND INTERVENTION TOOL FOR HEALTH PROFESSIONALS.pdf](#)

En los últimos meses:

1. ¿Cuántas veces a la semana consume comida rápida o bocadillos?  
<1 vez\_\_\_\_ (0)                      1-3 veces\_\_\_\_(1)                      ≥4veces\_\_\_\_(2)
2. ¿Cuántas porciones de fruta consumes al día?  
≥5 porciones\_\_\_\_ (0)              3-4 porciones\_\_\_\_(1)              ≤2 porciones\_\_\_\_(2)
3. ¿Cuántas porciones de verduras consumes al día?  
≥5 porciones\_\_\_\_ (0)              3-4 porciones\_\_\_\_(1)              ≤2 porciones\_\_\_\_(2)
4. ¿Cuántos refrescos consumes al día?  
<1 porción\_\_\_\_ (0)      1-2 porciones\_\_\_\_(1)              ≥3 porciones\_\_\_\_(2)
5. ¿Cuántas veces a la semana comes frijoles, pollo o pescado?  
≥3 veces\_\_\_\_ (0)                      1-2 veces\_\_\_\_(1)                      ≤1vez\_\_\_\_(2)
6. ¿Cuántas veces a la semana comes papas fritas o galletas (no bajas en grasa)?  
≤1 vez\_\_\_\_ (0)                      2-3 veces\_\_\_\_(1)                      ≥4veces\_\_\_\_(2)
7. ¿Cuántas veces a la semana comes postres o dulces (no bajos en grasa)?  
≤1 vez\_\_\_\_ (0)                      2-3 veces\_\_\_\_(1)                      ≥4veces\_\_\_\_(2)
8. ¿Cuánta margarina, mantequilla o grasa animal utilizas para sazonar vegetales, untar en pan o papas?  
Muy poco\_\_\_\_ (0)                      Algo\_\_\_\_(1)                      Mucho\_\_\_\_(2)

TOTAL DE PUNTOS (suma de las 8 preguntas)\_\_\_\_\_

## **CUESTIONARIO PARA EVALUAR ACTIVIDAD FÍSICA**

Para fines del estudio se utilizará la versión corta del IPAQ, tiene como propósito obtener datos internacionalmente comparables relacionados con actividad física y salud. Este cuestionario se basa en el compendio realizado por Ainsworth y cols.<sup>83</sup> para determinar la cantidad de Mets por actividad física y que nosotros también utilizaremos como guía en caso de requerir alguna actividad que no contemple el cuestionario.

[CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA IPAQ Spanish\(USA\) self-admin\\_short.pdf](#)

### **CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA**

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **intensas** (vigorosas) que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **intensas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **intensas** como **levantar objetos pesados, ejercicios aeróbicos (zumba, baile, correr, nadar), o pedalear rápido en bicicleta?** (Trabajos manuales)

\_\_\_\_\_ **días por semana**      ¿Qué? \_\_\_\_\_

Ninguna actividad física vigorosa      **→ Pase a la pregunta 3**

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizo en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como **limpiar o arreglar la casa, cargar objetos ligeros, pedalear en bicicleta a paso regular**? No incluya caminatas.

\_\_\_\_\_ **días por semana**      ¿Qué? \_\_\_\_\_

Ninguna actividad física moderada      ➔ **Pase a la pregunta 5**

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a **caminar** en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas **para ir de un sitio a otro (Metro)**, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por **deporte**, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

\_\_\_\_\_ **días por semana**

No caminó      ➔ **Pase a la pregunta 7**

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permanenció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, **estudiando**, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un **escritorio**, visitando amigos(as), **leyendo** o permanecer sentado(a) o **acostado(a)** mirando **television**.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permanenció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

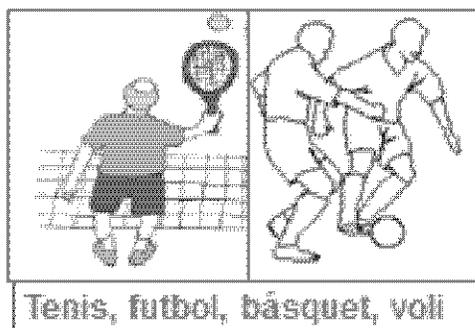
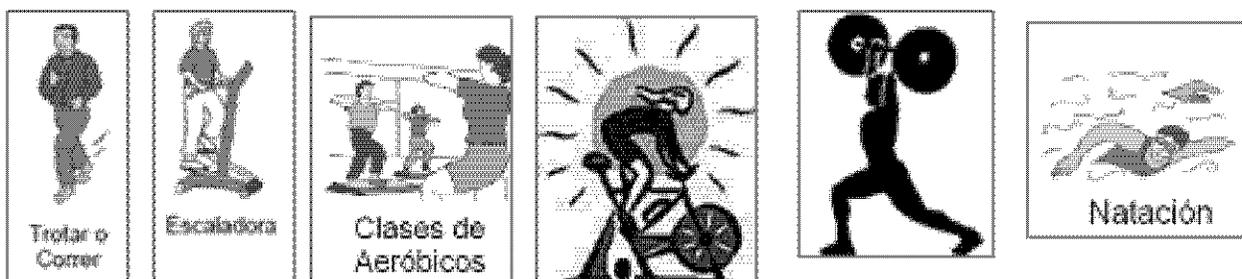
\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

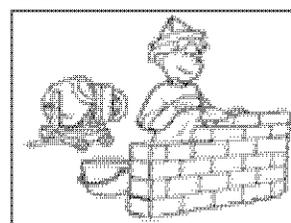
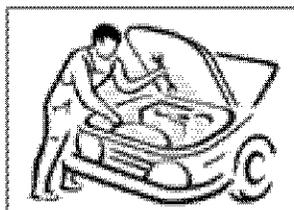
No sabe/No está seguro(a)

## ACTIVIDAD FÍSICA

- Intensas (10 min. seguidos)



### Trabajos manuales



\*Carpintero \*Cargador

- **Moderadas (10 min. seguidos)**



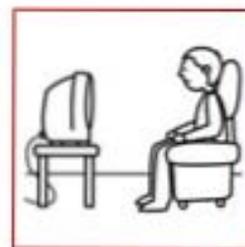
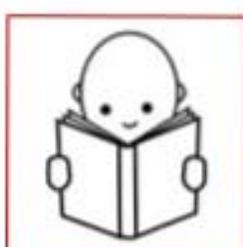
- **Limpieza**



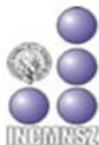
- **Caminar (10 min. seguidos)**



- **Sentado**



## HOJA DE VACIADO



### INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS DE CIENCIAS MÉDICAS DE NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRÁN CLÍNICA DE INSUFICIENCIA CARDIACA

“Factores asociados a la fuerza de mano y valores de referencia para la población mexicana”

Fecha: \_\_\_\_\_

¿Tiene alguna **enfermedad** diagnosticada? No \_\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

¿Tiene **fracturas**, lesiones o **dolor** en los brazos y manos? No \_\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

¿Ha estado **hospitalizado** en los últimos 6 meses? No \_\_\_\_\_ Sí \_\_\_\_\_

#### I. Datos personales

Nombre: \_\_\_\_\_ Folio

Fecha de nacimiento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_

¿Actividad laboral en los últimos 12 meses? (Ocupación)

Ocupación 1 \_\_\_\_\_

¿Cuánto tiempo dedica a esta ocupación? \_\_\_\_\_ Horas/día \_\_\_\_\_ Días/ semana

Ocupación 2 \_\_\_\_\_

¿Cuánto tiempo dedica a esta ocupación? \_\_\_\_\_ Horas/día \_\_\_\_\_ Días/ semana

¿Antes del último trabajo a qué se dedicaba? \_\_\_\_\_

¿En qué delegación vive? \_\_\_\_\_

#### II. Dinamometría

Medición	Mano derecha	Mano izquierda
1°	Kg	Kg
2°	Kg	Kg
3°	Kg	Kg
<b>Valor máximo</b>		

¿La prueba produce dolor? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

#### III. Datos antropométricos

Peso: \_\_\_\_\_ kg Talla: \_\_\_\_\_ cm

Circunferencia de brazo: \_\_\_\_\_ cm

Presión arterial \_\_\_\_\_ mmHg

#### IV. Composición corporal

Resistencia \_\_\_\_\_ Reactancia \_\_\_\_\_

V. Consumo dietético

**\*Recordatorio de 24 horas:**

Hora	Preparación (técnica)	Cantidad	Alimento

Suplementos: \_\_\_\_\_

Agua natural: \_\_\_\_\_ ml

**\*Cuestionario breve para identificar hábitos dietéticos saludables y no saludables. (PAXTON)**

En los últimos meses:

1. ¿Cuántas veces a la semana consume comida rápida, antojitos? (**hamburguesas, hotdogs, pizza**)

<1 vez \_\_\_\_ (0)                      1-3 veces \_\_\_\_ (1)                      ≥4 veces \_\_\_\_ (2)

2. ¿Cuántas porciones de fruta consumes al día?

≥5 porciones \_\_\_\_ (0)                      3-4 porciones \_\_\_\_ (1)                      ≤2 porciones \_\_\_\_ (2)

3. ¿Cuántas porciones de verduras consumes al día?

≥5 porciones \_\_\_\_ (0)                      3-4 porciones \_\_\_\_ (1)                      ≤2 porciones \_\_\_\_ (2)

4. ¿Cuántos refrescos consumes al día?

<1 porción \_\_\_\_ (0)                      1-2 porciones \_\_\_\_ (1)                      ≥3 porciones \_\_\_\_ (2)

5. ¿Cuántas veces a la semana comes frijoles, pollo o pescado? (**el que más consuma**)

≥3 veces \_\_\_\_ (0)                      1-2 veces \_\_\_\_ (1)                      ≤1 vez \_\_\_\_ (2)

6. ¿Cuántas veces a la semana comes papas fritas o galletas (no bajas en grasa)?

≤1 vez \_\_\_\_ (0)                      2-3 veces \_\_\_\_ (1)                      ≥4 veces \_\_\_\_ (2)

7. ¿Cuántas veces a la semana comes postres o dulces (no bajos en grasa)? (**pasteles, helados**)

≤1 vez \_\_\_\_ (0)                      2-3 veces \_\_\_\_ (1)                      ≥4 veces \_\_\_\_ (2)

8. ¿Cuánta margarina, mantequilla o grasa animal utilizas para sazonar verduras, untar en pan o papas?

Muy poco \_\_\_\_ (0)                      Algo \_\_\_\_ (1)                      Mucho \_\_\_\_ (2)

TOTAL DE PUNTOS (suma de las 8 preguntas) \_\_\_\_\_

VI. Actividad física

**CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA**

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **intensas** como **levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos o pedalear rápido en bicicleta**?

\_\_\_\_\_ días por semana    ¿Qué y en dónde? \_\_\_\_\_

Ninguna actividad física vigorosa    ➔ **Pase a la pregunta 3**

6. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

USA Spanish version translated 3/2003 - SHORT LAST 7 DAYS SELF-ADMINISTERED version of the IPAQ – Revised August 2002  
Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizo en los **últimos 7 días** Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como **cargar objetos ligeros, pedalear en bicicleta a paso regular o jugar dobles de tenis**? No incluya caminatas.

\_\_\_\_\_ **días por semana**      ¿Qué y en dónde? \_\_\_\_\_

Ninguna actividad física moderada      ➔ **Pase a la pregunta 5**

8. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a **caminar** en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas **para ir de un sitio a otro**, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, **deporte**, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

\_\_\_\_\_ **días por semana**

No caminó      ➔ **Pase a la pregunta 7**

8. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permaneció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, **estudiando**, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un **escritorio**, visitando amigos(as), **leyendo** o permanecer sentado(a) o **acostado(a)** mirando **television**.

9. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

\_\_\_\_\_ **horas por día**

\_\_\_\_\_ **minutos por día**

No sabe/No está seguro(a)

USA Spanish version translated 3/2003 - SHORT LAST 7 DAYS SELF-ADMINISTERED version of the IPAQ – Revised August 2002

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Fecha \_\_\_\_\_

**Carta de consentimiento informado**

Por medio de la presente acepto participar voluntariamente en el protocolo de investigación titulado “**Factores asociados a la fuerza de mano y valores de referencia para la población de la Ciudad de México**”, la finalidad del estudio es crear tablas con valores de referencia para la fuerza de mano que pueden utilizar en el área clínica nutriólogos, médicos y terapeutas como indicador de masa muscular y estado nutricio en personas sanas y con pacientes con diferentes enfermedades.

Se me ha explicado que me tomarán **mediciones antropométricas** como: peso, estatura, circunferencia de brazo, composición corporal (cuánto músculo y grasa) fuerza de mano y presión arterial; también me preguntarán características de mi alimentación y actividad física.

No existe **ningún riesgo** en las mediciones que me realizarán, entiendo que estoy en mi **derecho** de solicitar cualquier aclaración y obtener información sobre la investigación que solicite. Además entiendo que estoy en la **libertad** de retirarme en el momento que desee y que la información obtenida será manejada de manera confidencial y que en ningún momento se violará mi privacidad.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre y firma del **voluntario**

Nombre y firma del **testigo**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre y firma del **investigador responsable**

## **18. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Heymsfield, S. B., Pietrobelli, A., Wang, Z. & Saris, W. H. M. The end of body composition methodology research? *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care* **8**, 591–4 (2005).
2. Jensen, G. L., Hsiao, P. Y. & Wheeler, D. Adult nutrition assessment tutorial. *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition* **36**, 267–74 (2012).
3. Mitsionis, G. *et al.* Normative data on hand grip strength in a Greek adult population. *International orthopaedics* **33**, 713–7 (2009).
4. Zamudio L *Ortopedia y traumatología*. 21 a 23 (México, 2009).
5. Silverthorn *Fisiología Humana: Un Enfoque Integrado. Incluye Sitio Web*. 417 y 418 (Ed. Médica Panamericana: 2008).at <<http://books.google.com/books?id=X5sKQuyd8q0C&pgis=1>>
6. Mayordomo, M. M. Análisis dinamométrico de la mano: valores normativos en la población española. 249 (2011).at <ISBN: 978-84-694-2683-8>
7. Mahn Arteaga, J. K. & Romero Dapuetto, C. P. “ Evaluación de la fuerza de puño en sujetos adultos sanos mayores de 20 años de la Región Metropolitana .”52 (2005).
8. Bechtol, C. The use of dynamometer with adjustable handle spacings. *The Journal of bone and joint surgery* **36-A**, 820–832 (1954).
9. Rantanen, T. *et al.* Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* **85**, 2047–53 (1998).
10. Andersen-Ranberg, K., Petersen, I., Frederiksen, H., Mackenbach, J. P. & Christensen, K. Cross-national differences in grip strength among 50+ year-old Europeans: results from the SHARE study. *European Journal of Ageing* **6**, 227–236 (2009).
11. Rantanen, T. *et al.* Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA : the journal of the American Medical Association* **281**, 558–60 (1999).
12. Robinson, S. M. *et al.* Diet and its relationship with grip strength in community-dwelling older men and women : the Hertfordshire Cohort Study. *J Am Geriatr Soc* **56**, 84–90 (2008).
13. Frederiksen, H. *et al.* Age trajectories of grip strength: cross-sectional and longitudinal data among 8,342 Danes aged 46 to 102. *Annals of epidemiology* **16**, 554–62 (2006).
14. Bohannon, R. W. Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *Journal of geriatric physical therapy (2001)* **31**, 3–10 (2008).
15. Adedoyin, R. a. *et al.* Reference Values for Handgrip Strength Among Healthy Adults in Nigeria. *Hong Kong Physiotherapy Journal* **27**, 21–29 (2009).

16. Torres Coscoyuela, M., Gozález del Pino, J., Yáñez Calvo, J. & Bartolomé del Valle, E. Estudio dinamométrico de la mano y el pulgar. *Rev Ortp Traumatol* **43**, 321–6 (1999).
17. Budziareck, M. B., Pureza Duarte, R. R. & Barbosa-Silva, M. C. G. Reference values and determinants for handgrip strength in healthy subjects. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* **27**, 357–62 (2008).
18. Günther, C. M., Bürger, A., Rickert, M., Crispin, A. & Schulz, C. U. Grip strength in healthy caucasian adults: reference values. *The Journal of hand surgery* **33**, 558–65 (2008).
19. Lázaro, M. L. M. *et al.* Nuevas tablas de fuerza de la mano para población adulta de Teruel. **23**, 35–40 (2008).
20. Vaz, M., Hunsberger, S. & Diffey, B. Prediction equations for handgrip strength in healthy Indian male and female subjects encompassing a wide age range. *Annals of human biology* **29**, 131–41 (2002).
21. Luna-Heredia, E., Martín-Peña, G. & Ruiz-Galiana, J. Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* **24**, 250–8 (2005).
22. Schlüssel, M. M., dos Anjos, L. A., de Vasconcellos, M. T. L. & Kac, G. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* **27**, 601–7 (2008).
23. Norman, K., Stobäus, N., Gonzalez, M. C., Schulzke, J.-D. & Pirlich, M. Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* **30**, 135–42 (2011).
24. Klidjian, a M., Foster, K. J., Kammerling, R. M., Cooper, a & Karran, S. J. Relation of anthropometric and dynamometric variables to serious postoperative complications. *British medical journal* **281**, 899–901 (1980).
25. White, J. V., Guenter, P., Jensen, G., Malone, A. & Schofield, M. Consensus statement: Academy of Nutrition and Dietetics and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition: characteristics recommended for the identification and documentation of adult malnutrition (undernutrition). *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition* **36**, 275–83 (2012).
26. Soeters, P. B. *et al.* A rational approach to nutritional assessment. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* **27**, 706–16 (2008).
27. Gale, C. R., Martyn, C. N., Cooper, C. & Sayer, A. A. Grip strength, body composition, and mortality. *International journal of epidemiology* **36**, 228–35 (2007).
28. Harris, T. & Suppl, M. Symposium : Sarcopenia : Diagnosis and Mechanisms Muscle Mass and Strength : Relation to Function in Population Studies 1. 1004–1006 (1997).

29. Ling, C. H. Y. *et al.* Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *CMAJ: Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne* **182**, 429–35 (2010).
30. Sasaki, H., Kasagi, F., Yamada, M. & Fujita, S. Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons. *The American journal of medicine* **120**, 337–42 (2007).
31. Newman, A. B. *et al.* Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences* **61**, 72–7 (2006).
32. Ali, N. a *et al.* Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. *American journal of respiratory and critical care medicine* **178**, 261–8 (2008).
33. Kuh, D. *et al.* Developmental origins of midlife grip strength: findings from a birth cohort study. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences* **61**, 702–6 (2006).
34. Arroyo, P. *et al.* Indicadores antropométricos, composición corporal y limitaciones funcionales en ancianos. *Rev Méd Chile* **135**, 846–854 (2007).
35. Wallymahmed, M. E., Morgan, C., Gill, G. V. & MacFarlane, I. a Aerobic fitness and hand grip strength in Type 1 diabetes: relationship to glycaemic control and body composition. *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association* **24**, 1296–9 (2007).
36. Wang, A. Y.-M. *et al.* Evaluation of handgrip strength as a nutritional marker and prognostic indicator in peritoneal dialysis patients. *The American journal of clinical nutrition* **81**, 79–86 (2005).
37. Leal, V. O., Mafra, D., Fouque, D. & Anjos, L. a Use of handgrip strength in the assessment of the muscle function of chronic kidney disease patients on dialysis: a systematic review. *Nephrology, dialysis, transplantation: official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association* **26**, 1354–60 (2011).
38. Izawa, K. P. *et al.* Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation: official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology* **16**, 21–7 (2009).
39. Mroszczyk-McDonald, A., Savage, P. & Ades, P. Handgrip Strength in Cardiac Rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* **27**, 298–302 (2007).
40. Pieterse, S., Manandhar, M. & Ismail, S. The association between nutritional status and handgrip strength in older Rwandan refugees. *European journal of clinical nutrition* **56**, 933–939 (2002).
41. Lorenzo-Agudo, M., Santos-García, P. & Sánchez Belizon, D. Determinación de los valores normales de fuerza muscular de puño y pinza en una población laboral. *Rehabilitación* **41**, 220–7 (2007).

42. Alvares-da-Silva, M. R. & Reverbel da Silveira, T. Comparison between handgrip strength, subjective global assessment, and prognostic nutritional index in assessing malnutrition and predicting clinical outcome in cirrhotic outpatients. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)* **21**, 113–7 (2005).
43. Matos, L. C., Tavares, M. M. & Amaral, T. F. Handgrip strength as a hospital admission nutritional risk screening method. *European journal of clinical nutrition* **61**, 1128–35 (2007).
44. Sahin, G., Ulubaş, B., Calikoğlu, M. & Erdoğan, C. Handgrip strength, pulmonary function tests, and pulmonary muscle strength in fibromyalgia syndrome: is there any relationship? *Southern medical journal* **97**, 25–9 (2004).
45. Bin, C. M., Flores, C., Alvares-da-Silva, M. R. & Francesconi, C. F. M. Comparison between handgrip strength, subjective global assessment, anthropometry, and biochemical markers in assessing nutritional status of patients with Crohn's disease in clinical remission. *Digestive diseases and sciences* **55**, 137–44 (2010).
46. Mafi, P., Mafi, R., Hindocha, S., Griffin, M. & Khan, K. A systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *The open orthopaedics journal* **6**, 95–102 (2012).
47. Bowen, I. J. Valores de la fuerza de mano en adultos sanos. *Boletín Médico de Postgrado* **XVII**, (2001).
48. Escalona D'a, P., Naranjo O, J., Lagos S, V. & Solís F, F. Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Prensión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad. *Revista chilena de pediatría* **80**, 435–443 (2009).
49. Crosby, C. a, Wehbé, M. a & Mawr, B. Hand strength: normative values. *The Journal of hand surgery* **19**, 665–70 (1994).
50. Haidar, S. G. *et al.* Average versus maximum grip strength: Which is more consistent? *The Journal of hand surgery* **29B**, 82–84 (2004).
51. Massy-Westropp, N., Rankin, W., Ahern, M., Krishnan, J. & Hearn, T. C. Measuring grip strength in normal adults: reference ranges and a comparison of electronic and hydraulic instruments. *The Journal of hand surgery* **29**, 514–9 (2004).
52. Mathiowetz, V. *et al.* Grip and pinch strength: Normative sata for adult. *Arch Phys Med Rehabil* **66**, 69–74 (1985).
53. Sayer, A. A. *et al.* Is grip strength associated with health-related quality of life? Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age and ageing* **35**, 409–15 (2006).
54. Innes, E. Handgrip strength testing: A review of the literature. *Australian Occupational Therapy Journal* **46**, 120–140 (1999).
55. Kamarul, T., Ahmad, T. S. & Loh, W. Y. C. Hand grip strength in the adult Malaysian population. *Journal of orthopaedic surgery (Hong Kong)* **14**, 172–7 (2006).

56. Nevill, a M. & Holder, R. L. Modelling handgrip strength in the presence of confounding variables: results from the Allied Dunbar National Fitness Survey. *Ergonomics* **43**, 1547–58 (2000).
57. Hillman, T. E. *et al.* A practical posture for hand grip dynamometry in the clinical setting. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* **24**, 224–8 (2005).
58. Schlüssel, M. M., dos Anjos, L. A. & Kac, G. A dinamometria manual e seu uso na avaliação nutricional Hand grip strength test and its use in nutritional assessment. *Rev. Nutr. Campinas* **21**, 223–235 (2008).
59. Marrodán Serrano, M. D. *et al.* Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y 18 años: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal. *Anales de pediatría (Barcelona, Spain : 2003)* **70**, 340–8 (2009).
60. Hornby, S. T. *et al.* Relationships between structural and functional measures of nutritional status in a normally nourished population. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* **24**, 421–6 (2005).
61. Bohannon, R. W., Peolsson, A., Massy-Westropp, N., Desrosiers, J. & Bear-Lehman, J. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy* **92**, 11–15 (2006).
62. Thomis, M. a & Aerssens, J. Genetic variation in human muscle strength--opportunities for therapeutic interventions? *Current opinion in pharmacology* **12**, 355–62 (2012).
63. Vianna, L. C., Oliveira, R. B. & Araújo, C. G. Age-related declined in handgrip strength differs according to gender. *Journal of strength and conditioning Research* **21**, 1310–1314 (2007).
64. Ylihärtilä, H. *et al.* Birth size, adult body composition and muscle strength in later life. *International journal of obesity (2005)* **31**, 1392–9 (2007).
65. Araujo, A. B. *et al.* Lean mass, muscle strength, and physical function in a diverse population of men: a population-based cross-sectional study. *BMC public health* **10**, 508 (2010).
66. Kyle, U. G. *et al.* Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* **23**, 1226–43 (2004).
67. Colin, E. & Castillo Martínez, L. Influencia de la nutrición sobre el estado clínico en pacientes con insuficiencia cardiaca. 1–65 (2005).
68. Piccoli, A., Nescolarde, L. D. & Rosell, J. Análisis convencional y vectorial de la bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrologia* **XXII**, 228–238 (2002).
69. Román, M. C., Torres, S. P., Morillo, J. L. G. & Bellido, M. C. Análisis de la impedancia bioeléctrica : bases metodológicas. *Vox Paediatrica* **13**, 25–30 (2005).

70. Macias, N., Alemán-Mateo, H., Esparza-Romero, J. & Valencia, M. E. Body fat measurement by bioelectrical impedance and air displacement plethysmography: a cross-validation study to design bioelectrical impedance equations in Mexican adults. *Nutrition journal* **6**, 18 (2007).
71. Anakwe, R. E., Huntley, J. S., Mceachan, J. E. & Hospital, Q. M. ARTICLE IN PRESS GRIP STRENGTH AND FOREARM CIRCUMFERENCE IN A HEALTHY POPULATION. (2007).
72. Samson, M. M. *et al.* Relationships between physical performance measures, age, height and body weight in healthy adults. *Age and ageing* **29**, 235–42 (2000).
73. Kuh, D., Bassey, E. J., Butterworth, S., Hardy, R. & Wadsworth, M. E. J. Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences* **60**, 224–31 (2005).
74. Norman, K. *et al.* Bioimpedance vector analysis as a measure of muscle function. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* **28**, 78–82 (2009).
75. Araujo, A. B. *et al.* Association of testosterone and estradiol with age-related declines in physical function in a diverse sample of men. *J Am Geriatr Soc* **56**, 2000–2008 (2009).
76. Olaiz-Fernández, G. *et al.* Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. 131 (2006).
77. Lohman, T., Roche, A. & Martorell, R. *Anthropometric standarization reference manual.* (Human Kinetics Publisher: Illinois, 1988).
78. Paxton, A. E., Strycker, L. a, Toobert, D. J., Ammerman, A. S. & Glasgow, R. E. Starting the conversation performance of a brief dietary assessment and intervention tool for health professionals. *American journal of preventive medicine* **40**, 67–71 (2011).
79. Glasgow, R. E., Fernald, D. H. & Green, L. A. Practical and Relevant Self-Report for Primary Care Research. 73–81 (2005).doi:10.1370/afm.261.INTRODUCTION
80. Uses, I. & Instruments, I. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire ( IPAQ ) – Short and Long Forms. 1–15 (2005).at <www.ipaq.ki.se>
81. Información epidemiológica de morbilidad. *Anuario* (2009).
82. Chandrasekaran, B. & Ghosh, A. Age and Anthropometric Traits Predict Handgrip Strength in Healthy Normals. **2**, 58–61 (2010).
83. Ainsworth, B. E. *et al.* Compendium of Physical Activities : an MET intensities. (1995).