



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
**UNIDAD XOCHIMILCO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**  
**DEPARTAMENTO DE ATENCIÓN A LA SALUD**  
**LICENCIATURA EN NUTRICIÓN HUMANA**  
**TÍTULO DEL PROYECTO:**

**LUGAR Y PERIODO DE REALIZACIÓN:**

Unidad de Nutrición, Composición Corporal y Gasto de Energía, Edificio G, piso 1 de la  
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.

**Nombre y matrícula de la estudiante:**

Oswaldo Fabián Guarneros Martínez

Número: 2192031951

**Asesor Interno**

M. en C. María del Consuelo Velázquez Alva

Profesora investigadora titulada C

Departamento de Atención a la Salud

División de Ciencia Biológicas de la Salud

Abril 2024

Consuelo Velázquez

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi tía Martha no hubiera estudiado lo que más me apasiona

A mi madre, que ha estado conmigo en todo momento brindándome su apoyo incondicional, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí.

A mi madrina, por contribuir con su apoyo económico durante todo mi ciclo educativo.

Un sincero agradecimiento a mi colega Fernando Sánchez que estuvo conmigo en los momentos de estrés, me ha demostrado su apoyo, ánimos y consejos para culminar la presente tesis.

# INDICE TEMÁTICO

## Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| Abreviaturas .....  | 7         |
| Resumen.....  | 8         |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>1. Envejecimiento.....</b>   | <b>9</b>  |
| 1.1. Envejecimiento activo .....  | 10        |
| 1.2. Envejecimiento funcional .....   | 10        |
| 1.3. Envejecimiento saludable. ....   | 11        |
| 1.4. Década del envejecimiento saludable .....  | 12        |
| <b>2. Musculo esquelético .....</b>   | <b>13</b> |
| 2.1. Definición .....   | 13        |
| 2.2. Estructura y función del musculo esquelético.....                                  | 13        |
| 2.3. Unidad motora .....  | 14        |
| 2.4. Tipos de fibras musculares .....   | 15        |
| <b>3. Contracción muscular .....</b>  | <b>18</b> |
| 3.1. Tipos de contracción muscular .....  | 18        |
| 3.2. Envejecimiento y sistema muscular .....  | 19        |
| <b>4. Fuerza muscular.....</b>  | <b>19</b> |
| 4.1. Definición .....   | 19        |
| 4.2. Importancia de la fuerza muscular en la salud de las personas adultos mayores .... | 20        |
| 4.3. Fuerza isométrica .....  | 21        |
| 4.3.1. Definición .....   | 21        |
| 4.3.2. Contracción isométrica .....   | 21        |
| 4.3.3. Fuerza estática máxima o fuerza isométrica máxima.....                           | 21        |
| 4.4. Herramientas para Evaluación de la Fuerza isométrica o estática .....              | 22        |
| 4.4.1. Dinamometría.....  | 22        |
| <b>5. Actividad física.....</b>   | <b>26</b> |
| 5.1. Capacidad funcional .....  | 26        |
| <b>6. TIPOS DE EJERCICIO MUSCULAR .....</b>   | <b>27</b> |
| 6.1. AEROBICO.....  | 27        |
| 6.1.1. Entrenamiento lento de larga distancia (LLD).....                                | 27        |
| 6.2. ANAEROBICO.....  | 27        |
| 6.2.1. HIT .....  | 27        |
| 6.3. Sistemas de entrenamiento de la fuerza .....                                       | 28        |

|   |           |
|---|-----------|
| 6.4. Entrenamiento de fuerza muscular en adultos mayores..... | 32        |
| <b>7. Condición física .....</b>                              | <b>32</b> |
| <b>8. Dinapenia.....</b>                                      | <b>33</b> |
| <b>9. Estado nutricional.....</b>                             | <b>34</b> |
| 9.1. MNA (evaluación del estado de nutrición).....            | 34        |
| <b>Justificación: .....</b>                                   | <b>39</b> |
| <b>Objetivos.....</b>   | <b>40</b> |
| Objetivo General:.....  | 40        |
| Objetivos específicos:.....                                   | 40        |
| <b>MATERIAL Y METODOS .....</b>                               | <b>40</b> |
| Diseño de estudio.....  | 40        |
| Criterios de inclusión .....                                  | 41        |
| Criterios de exclusión .....                                  | 41        |
| Mediciones antropométricas .....                              | 42        |
| Instrumentos utilizados .....                                 | 42        |
| Evaluación de fuerza isométrica .....                         | 42        |
| Determinación de la fuerza de prensión manual .....           | 42        |
| Metodología para prueba de resistencia isométrica .....       | 43        |
| Evaluación de fuerza de brazos .....                          | 43        |
| Evaluación de fuerza de hombros.....                          | 43        |
| Evaluación de fuerza de piernas .....                         | 44        |
| Evaluación de fuerza de torso .....                           | 45        |
| <b>FOTOS.....</b>   | <b>46</b> |
| <b>RESULTADOS .....</b>                                       | <b>51</b> |
| <b>Discusión.....</b>   | <b>63</b> |
| <b>Conclusión.....</b>  | <b>64</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>65</b> |
| <b>1. Formato de registro de las pruebas.....</b>             | <b>65</b> |
| 3. Formato de entrega de resultados .....                     | 69        |
| <b>Bibliografía .....</b>                                     | <b>70</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA 1. Características de los tipos de fibras musculares .....  | 17 |
| Tabla 2. Datos de fuerza isométrica, evaluada por fuerza de prensión manual en adultos mayores de diferentes regiones. .... | 35 |
| Tabla 3: Clasificación de la fuerza de prensión manual por sexo .....   | 57 |
| Tabla 4: Clasificación de la fuerza isométrica de piernas por sexo.....   | 58 |
| Tabla 5: Clasificación de la fuerza isométrica de hombros por sexo.....   | 59 |
| Tabla 6: Clasificación de la fuerza isométrica de brazos por sexo.....  | 60 |
| Tabla 7: Clasificación de la fuerza isométrica de torso por sexo.....   | 61 |
| Tabla 9: Resultados del cuestionario Mini Nutritional Assessment (MNA) por sexo .....                                       | 62 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1. Estructura y filamentos del musculo esqueletico .....                   | 14 |
| FIGURA 2. Union neuromuscular .....   | 15 |
| FIGURA 3. Fibras musculares de Tipo I, Tipo IIa y Tipo IIx .....                  | 16 |
| FIGURA 4. Movimiento y fuerza de carga de los tipos de contracción muscular ..... | 18 |
| FIGURA 5. Dinamómetro de cable TAKEI .....  | 23 |
| FIGURA 6. Dinamómetro de cable Lafayette.....                                     | 24 |
| FIGURA 7. Dinamómetro de cable DIERS myoline .....                                | 25 |

## ÍNDICE DE GRAFICAS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1: Grado de escolaridad de participantes hombres .....              | 51 |
| Gráfico 2: Grado de escolaridad de participantes mujeres .....              | 52 |
| Gráfico 3: Estado civil de participantes hombres .....                      | 53 |
| Gráfico 4: Estado civil de participantes mujeres .....                      | 53 |
| Gráfico 5: Peso de los participantes .....                                  | 54 |
| Gráfico 6: Estatura de los participantes .....                              | 55 |
| Gráfico 7: Clasificación del índice de masa corporal de Mujeres .....       | 56 |
| Gráfico 8: Clasificación del índice de masa corporal de Hombres .....       | 56 |
| Gráfico 9: Clasificación de la fuerza de prensión manual por sexo.....      | 57 |
| Gráfico 10: Clasificación de la fuerza isométrica de piernas por sexo ..... | 58 |
| Gráfico 11: Clasificación de la fuerza isométrica de hombros por sexo ..... | 59 |
| Gráfico 12: Clasificación de la fuerza isométrica de brazos por sexo .....  | 60 |

|  |    |
|--|----|
| Fuerza isométrica de torso .....   | 60 |
| Gráfico 13: Clasificación de la fuerza isométrica de torso .....                         | 61 |
| Gráfico 14: Resultados del cuestionario Mini Nutritional Assessment (MNA) por sexo ..... | 62 |

## Abreviaturas

- **FMI = Fuerza máxima isométrica**
- **IMC = índice de masa corporal**
- **ATP = Adenosín trifosfato**
- **LLD = Entrenamiento lento de larga distancia**
- **HIIT = High-Intensity Interval Training**
- **RM = Repetición máxima**
- **MNA = Mini nutritional assessment**
- **SIT = Sprint Interval Training**
- **RST = Repeated-Sprint Training**
- **AIT = Aerobic Interval Training**

## Resumen

En los últimos años la esperanza de vida ha aumentado debido a múltiples factores. Sin embargo, el bienestar de las personas adultas mayores aún no ha sido suficientemente estudiado en relación con la fuerza de grupos musculares específicos ya que la mayoría de los estudios sobre la disminución de la fuerza generalmente se han reportado a través de la FIM (Fuerza isométrica máxima) de prensión manual ya que es un método de fácil aplicación y bajo costo, pero no se integra la evaluación de la fuerza de otros grupos musculares.

Objetivo: Evaluar el estado de nutrición y la FIM manual y podal en un grupo de adultos mayores de 60 años activos.

Métodos: Se obtuvieron mediciones antropométricas, se midió la FIM de diferentes grupos musculares superiores e inferiores por medio de dinamometría para asociar los resultados con su el estado de nutrición corporal.

Resultados: Participaron un total de 89 personas (71 fueron mujeres y 18 hombres) cuya edad promedio fue de 74 años  $\pm$  7.08 en el sexo masculino y de 68.5 años  $\pm$  5.5 en el femenino. El valor promedio de su peso fue de 63.53 kg en mujeres y 71.6 kg en hombres, con una estatura promedio de 153.1 cm en mujeres y 165.1 cm en hombres. La FIM manual promedio fue de 20.1 kg  $\pm$  4.4 en mujeres y 28.9 kg  $\pm$  6.6 en hombres, la FIM de piernas promedio fue de 61.9 kg  $\pm$  28.7 en mujeres y 104.2 kg  $\pm$  46.1 en hombres, la FIM de hombros promedio fue de 29.2 kg  $\pm$  12.3 en mujeres y 53.8 kg  $\pm$  20.1 en hombres, la FIM de brazos promedio fue de 26.6 kg  $\pm$  8.6 y 52 kg  $\pm$  14.2 en hombres, la FIM de torso promedio fue de 64.7 kg  $\pm$  25.4 en mujeres y 112.2 kg  $\pm$  43.6 en hombres. El 91.1% y el 94.1% de mujeres y hombres se encontraban “bien nutridos”, el 7.3% y el 5.8% en “riesgo de desnutrición” y solo el 1.4% de mujeres presentaron “desnutrición”.

Conclusión: Las mediciones de los diferentes grupos musculares tuvieron una mayor asociación con el estado de nutrición en comparación a los valores obtenidos con el dinamómetro de prensión manual.

# INTRODUCCIÓN

## 1. Envejecimiento

Según la OMS el envejecimiento se define como el resultado de la acumulación de una gran variedad de daños moleculares y celulares a lo largo del tiempo, lo que lleva a un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, a un mayor riesgo de enfermedad y, en última instancia a la muerte (1).

A pesar de que el proceso de envejecimiento comienza cuando nacemos, este va a ejercer una influencia más desfavorable para el organismo, en las personas consideradas por los gerontólogos, y mayoría de los profesionales como “Adulto Mayor” o “Personas de la Tercera Edad”, que son los que cronológicamente sobrepasan los 60 años, sin embargo, estos cambios no son lineales ni uniformes, y su vinculación con la edad de una persona en años es más bien relativa. La diversidad que se aprecia en la vejez no es una cuestión de azar. Más allá de los cambios biológicos, el envejecimiento suele estar asociado a otras transiciones vitales, como la jubilación, el traslado a viviendas más apropiadas y el fallecimiento de amigos y parejas (2).

La vejez se caracteriza también por la aparición de varios estados de salud complejos que se conocen habitualmente por el nombre de síndromes geriátricos. Por lo general son consecuencia de múltiples factores subyacentes que incluyen, entre otros, la fragilidad, la incontinencia urinaria, las caídas, los estados delirantes, las úlceras por presión y la sarcopenia (1).

Actualmente, uno de los cambios más significativos en la sociedad es la tendencia progresiva al envejecimiento de la población. La longevidad está cada vez más latente en nuestra sociedad, ya que existe un fuerte aumento de la esperanza de vida de la población de manera generalizada, debido a múltiples factores (2).

### **1.1. Envejecimiento activo**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) adoptó el término de envejecimiento activo a finales del Siglo XX, con la finalidad de reconocer una serie de factores y ámbitos que afectan de manera positiva al envejecimiento. Por lo tanto, se puede definir como el proceso de optimización de las oportunidades de salud, seguridad y participación, con la finalidad de mejorar la calidad de vida a medida que las personas envejecen, indicando que se trata del proceso que realiza el potencial de bienestar físico, mental y social a lo largo del ciclo vital. Además, favorece la participación de las personas mayores en la sociedad de acuerdo con sus necesidades, capacidades y deseos, mientras se les proporciona la seguridad, protección y cuidados adecuados cuando lo necesiten (3).

El envejecimiento activo está encaminado a mejorar las oportunidades de bienestar de la persona en los aspectos psicológicos, físicos y sociales, con el propósito de ampliar su esperanza de vida saludable. Para alcanzar ese propósito, la actividad física y sus beneficios son la herramienta ideal para mejorar su funcionalidad (4).

### **1.2. Envejecimiento funcional**

La independencia funcional es definida como la capacidad de cumplir acciones requeridas en el diario vivir, para de esta forma mantener el cuerpo y subsistir de una manera independiente o autónoma. Cuando la mente y el cuerpo pueden llevar a cabo las actividades de la vida cotidiana, se dice que la funcionalidad está indemne, por lo tanto, se puede entender por funcionalidad o independencia funcional a la capacidad de cumplir las acciones requeridas en el vivir cotidiano para subsistir de forma independiente y poder llevar a cabo cada día las actividades de la vida diaria, sin la necesidad de un apoyo o un cuidador (5).

Con el incesante crecimiento de la población de adultos mayores en las sociedades modernas, esto se ha convertido en un asunto cada vez más urgente la exploración de formas de conservar y mejorar las habilidades funcionales de las personas al envejecer, ayudarlas a manejarse independientemente en la comunidad y fundamentalmente, mejorar la calidad de sus vidas, pues la incidencia de muchas enfermedades y discapacidades crónicas aumentan con la edad (6).

Por lo tanto, la funcionalidad física del adulto mayor constituye la suma de capacidades para realizar por sí mismo actividades indispensables y satisfacer sus necesidades cotidianas. La dependencia de cualquiera de las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria se relaciona con el aumento de la mortalidad en este segmento poblacional. El proceso funcional geriátrico comienza cuando un adulto mayor independiente sufre una limitación en su reserva fisiológica, manifestada como un estado de vulnerabilidad que da como resultado la discapacidad y la independencia (6).

### **1.3. Envejecimiento saludable.**

El envejecimiento no es sólo un mecanismo biológico, sino más bien por un un proceso determinado por una serie de factores biológicos, sociales, psicológicos. El envejecimiento saludable es el resultado de un estilo que dura toda la vida. Por consiguiente, es necesario optimizar el desarrollo del individuo desde la primera infancia. Sabemos que una serie de factores en la primera infancia, la adolescencia, durante los principios de la edad adulta y durante la madurez, así como la situación vital actual de las personas mayores, determinan el proceso de envejecimiento y bienestar en la vejez. El envejecimiento saludable es un reto para todos los gerontólogos y geriatras, un reto para los científicos de muchas disciplinas, un reto para los políticos y un reto para todo el personal de salud relacionado con las personas adultas mayores (7).

Cuando las personas pueden vivir esos años adicionales de vida con buena salud y en un entorno propicio, su capacidad para hacer lo que más valoran apenas se distingue de la que tiene una persona más joven. En cambio, si estos años adicionales están dominados por el declive de la capacidad física y mental, las implicaciones para las personas mayores y para la sociedad se tornan más negativas (1, 7).

Aunque algunas de las variaciones en la salud de las personas mayores se deben a la genética, los factores que más influyen tienen que ver con el entorno físico y social, en particular la vivienda, el vecindario y la comunidad, así como características personales como el sexo, el grupo étnico al que se pertenece o el nivel socioeconómico (1, 7).

#### **1.4. Década del envejecimiento saludable**

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró (2021 – 2030) como la Década del envejecimiento saludable, esta estrategia ofrece la oportunidad de aunar y mejorar la vida de las personas mayores, sus familias y las comunidades en las que viven ya que la década del envejecimiento saludable consiste en desarrollar y mantener a edades avanzadas la capacidad funcional que hace posible el bienestar (8).

El Fenómeno natural del envejecimiento constituye una experiencia única y significativa que varía dependiendo de la connotación cultural de cada sociedad ya que el envejecimiento es multidimensional por que se experimentan cambios de orden físico, psicológico y social donde se presenta en todos los miembros de cualquier especie de manera progresiva (9).

En los últimos 50 años, la esperanza de vida ha aumentado en más de 20 años gracias a factores como por ejemplo los avances en la medicina, las intervenciones de salud pública, la biotecnología y el desarrollo económico y social los cuales impactan en la longevidad, permitiendo vivir más a las personas (10).

En América latina y el caribe, se estima que la cantidad de personas con una edad de 60 años o más aumentara en un 18% durante el próximo decenio y para el 2050 se ubicara entre el 25% y 30% de la población. Dicha transición se calcula que ocurrirá en 35 años. Debido a esta acelerada transición demográfica el tiempo para prepararse se está reduciendo cada vez más por lo tanto en la actualidad es un tema de prioridad para la región de América latina y el Caribe (11).

La OMS introdujo el concepto de envejecimiento activo a finales de los años 90 el cual plantea una visión global y positiva donde se acompaña de oportunidades de salud, participación y seguridad con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas, por otra parte el envejecimiento activo es un fenómeno que tiene su origen en un conjunto de factores multifactoriales en los cuales no solo se contempla el envejecimiento desde la perspectiva médica, sino que incorpora características de las áreas económicas, conductuales y del entorno sociocultural las cuales tienden a beneficiar al envejecimiento de las personas (12).

Respecto a las políticas relacionadas con el envejecimiento activo, en estas se presenta el concepto de ciudadanía activa en el cual se presenta como un objetivo clave en el ámbito del envejecimiento integrando el principio de igualdad entre las personas independientemente de su género, edad y necesidad de apoyos (12).

## **2. Musculo esquelético**

### **2.1. Definición**

Es el conjunto de fibras musculares esqueléticas las cuales se encuentran empaquetadas en los músculos esqueléticos los cuales se encuentran adheridos al esqueleto corporal, dichos músculos esqueléticos también se les conoce como músculos estriados, ya que sus fibras presentan rayas visibles (13).

### **2.2. Estructura y función del musculo esquelético**

Desde el punto de vista funcional la masa muscular esquelética es altamente compleja ya que el musculo se encuentra rodeado de capas de tejido conectivo. La capa exterior que cubre todo el musculo se le llama epimisio y dentro de ellas se alojan pequeños haces de fibras llamados fascículos (13).

A diferencia de otro tipo de células, el músculo esquelético es multinucleado, es decir que contiene muchos núcleos y esta característica les permite producir proteínas para que puedan crecer más cuando sea necesario (13).

El tamaño de las fibras musculares individuales puede abarcar longitudes de hasta aproximadamente 600 milímetros y su volumen puede superar el de las fibras con células mononucleadas típicas en más de 10,000 veces.

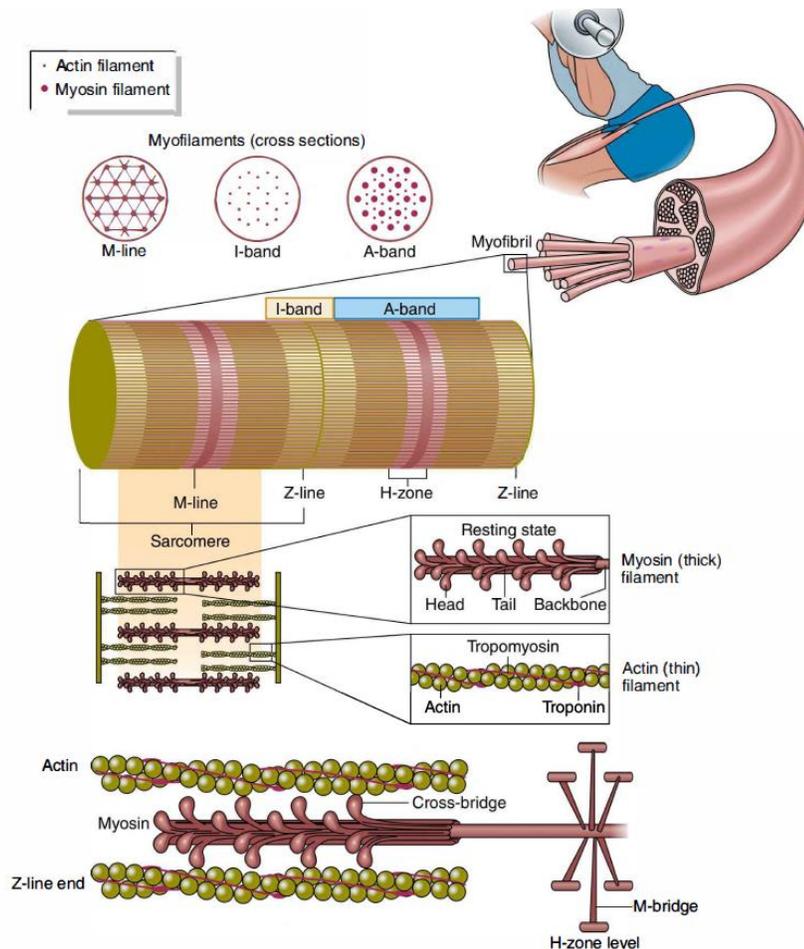
El musculo esquelético aparece estriado cuando se observa en un microscopio por el apilamiento de sarcómeros los cuales son los componentes funcionales básicos de las miofibrillas. Cada fibra muscular contiene miofibrillas las cuales están compuestas de muchos sarcómeros unidos por los extremos finales. Las miofibrillas contienen dos proteínas primarias (actina y miosina) estas son responsables de la contracción muscular, cada filamento de miosina está rodeado por 6 filamentos de actina y 3 filamentos de miosina rodean cada

filamento de actina, maximizando de esta manera su capacidad para interactuar. (libro ciencia de la hiper) (13).

### 2.3. Unidad motora

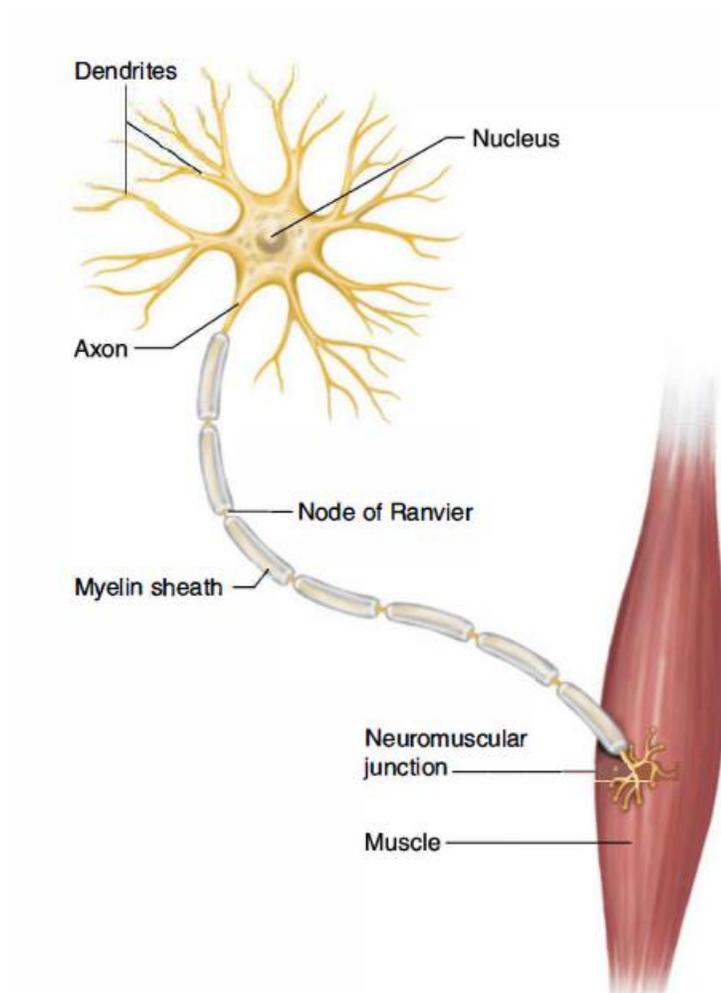
Los músculos se encuentran inervados por el sistema nervioso, por lo tanto, las células nerviosas individuales asociadas a las acciones musculares se denominan neuronas motoras. Estas constan de 3 partes; un cuerpo celular, un axón y unas dendritas. Cuando se tiende a realizar un movimiento, el axón conduce los impulsos nerviosos desde el cuerpo celular a las fibras musculares con lo cual se produce al final la contracción celular. Cuando se estimula una unidad motora, se contraen todas sus fibras (13, 14).

**FIGURA 1.** Estructura y filamentos del musculo esquelético



Descripción: (Estructura filamentosa de una fibra muscular) Imagen obtenida de: Ciencia y desarrollo de la hipertrofia muscular 2 ed.

**FIGURA 2.** Unión neuromuscular



Descripción: (Unidad motora) Imagen obtenida de: Ciencia y desarrollo de la hipertrofia muscular 2 ed.

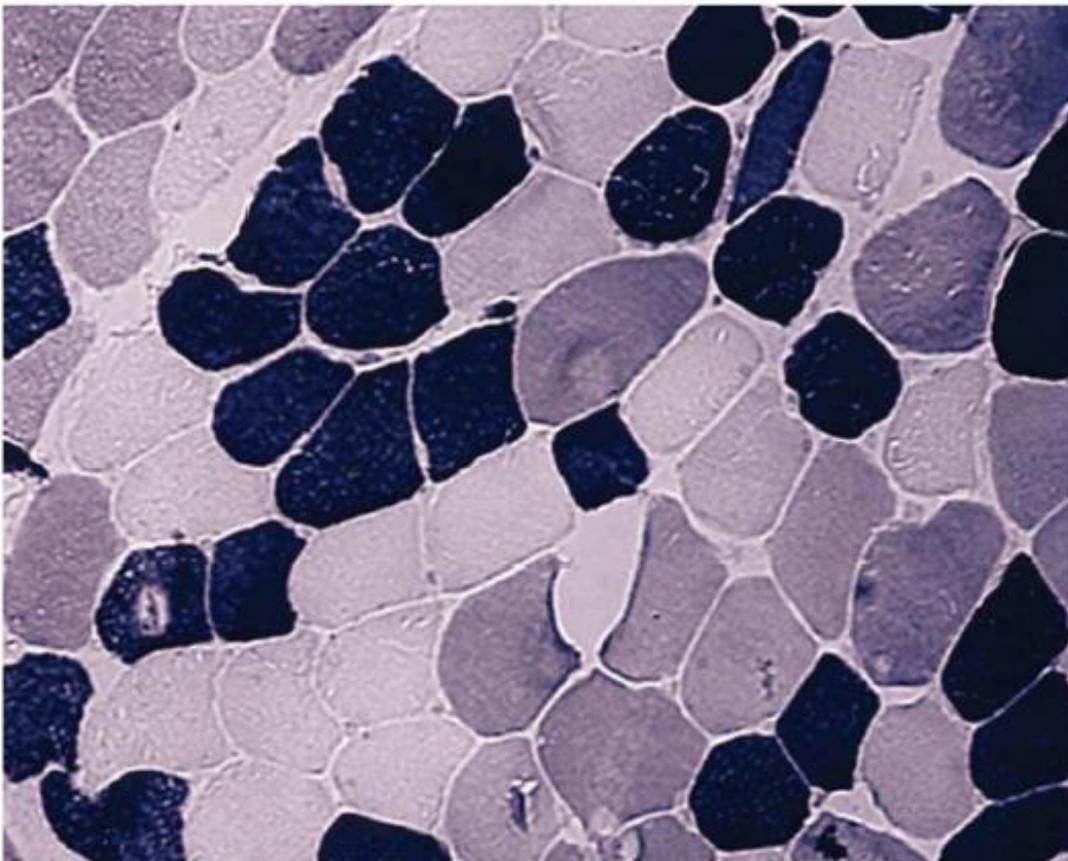
#### **2.4. Tipos de fibras musculares**

Las fibras musculares están clasificadas en dos tipos principales (tipo I y tipo II). Las fibras de tipo I, con frecuencia denominadas fibras de contracción lenta, son resistentes a la fatiga y, por lo tanto, se adaptan bien a las actividades que requieren de resistencia muscular local, sin embargo, conseguir el máximo de tensión tarda aproximadamente 110 milisegundos, por lo tanto, limita su capacidad para producir fuerza máxima. Las fibras tipo II, también conocidas como fibras de contracción rápida sirven de contrapartida para las fibras de tipo I. Estas

pueden alcanzar un pico de tensión de menos de la mitad de tiempo que las de tipo I de tan solo 50 milisegundos, por lo tanto, son ideales para realizar esfuerzos relacionados con la fuerza o la potencia, sin embargo, estas se fatigan rápidamente por lo que tiene una capacidad limitada para llevar a cabo esfuerzos que requieran elevados niveles de resistencia muscular (13).

Dentro de los dos tipos de fibra muscular, se distinguen variaciones de la fibra muscular de tipo II expresada por la abundancia de cadenas de miosina denominadas IIa y IIx, además existen muchas otras formas similares las cuales se les ha denominado isoformas tanto para las fibras de tipo I como para las de tipo II, entre ellas se incluyen las Ic, las IIc, las IIac y las IIax (13).

**FIGURA 3.** Fibras musculares de Tipo I, Tipo IIa y Tipo IIx



Descripción: Fotomicrografía que muestra las fibras musculares de tipo 1 (en negro), tipo IIa (blancas) y tipo IIx (en gris) Imagen obtenida de: Ciencia y desarrollo de la hipertrofia muscular 2 ed.

**TABLA 1. Características de los tipos de fibras musculares**

| <b>CARACTERISTICAS</b>             | <b>TIPO I</b>  | <b>TIPO IIa</b>        | <b>TIPO IIx</b> |
|------------------------------------|----------------|------------------------|-----------------|
| <b>Tamaño de la neurona motora</b> | <b>Pequeño</b> | <b>Mediano</b>         | <b>Grande</b>   |
| <b>Tempo de contracción</b>        | <b>Lento</b>   | <b>Moderado/rápido</b> | <b>Rápido</b>   |
| <b>producción de fuerza</b>        | <b>Bajo</b>    | <b>Moderado</b>        | <b>Alto</b>     |
| <b>Resistencia a la fatiga</b>     | <b>Alto</b>    | <b>Moderado</b>        | <b>Bajo</b>     |
| <b>Densidad mitocondrial</b>       | <b>Elevado</b> | <b>Moderado</b>        | <b>Bajo</b>     |
| <b>Capacidad oxidativa</b>         | <b>Elevado</b> | <b>Elevado</b>         | <b>Bajo</b>     |
| <b>Capacidad glucolítica</b>       | <b>Bajo</b>    | <b>Elevado</b>         | <b>Elevado</b>  |
| <b>Densidad capilar</b>            | <b>Elevado</b> | <b>Moderado</b>        | <b>Bajo</b>     |
| <b>Contenido en mioglobina</b>     | <b>Elevado</b> | <b>Moderado</b>        | <b>Bajo</b>     |
| <b>Depósito de glucógeno</b>       | <b>Bajo</b>    | <b>Alto</b>            | <b>Alto</b>     |
| <b>Depósito de triglicéridos</b>   | <b>Elevado</b> | <b>Moderado</b>        | <b>Bajo</b>     |

Descripción: Datos de la tabla obtenidos de: Ciencia y desarrollo de la hipertrofia muscular 2 ed.

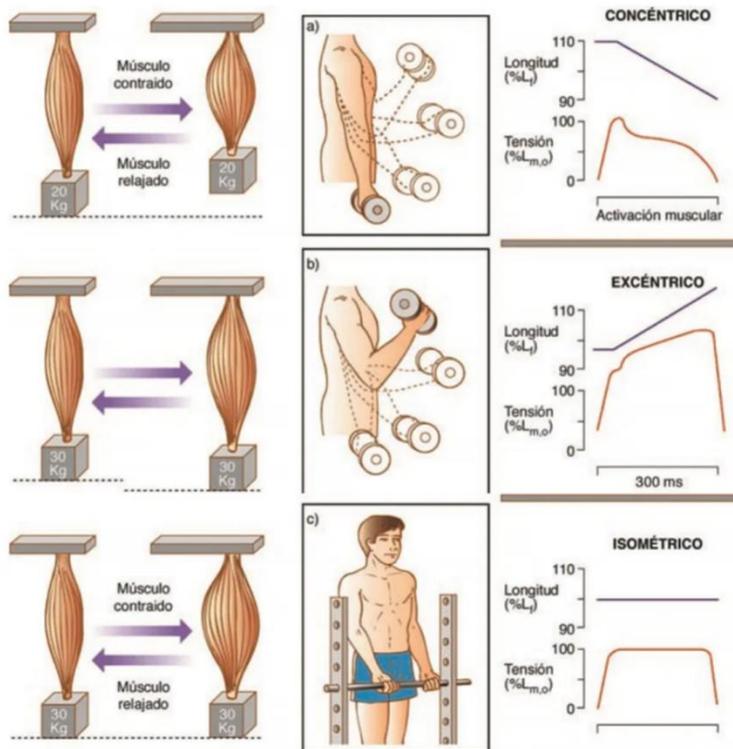
### 3. Contracción muscular

La contracción de las fibras musculares ejerce una tensión, que acorta su longitud. Este proceso deriva de las interacciones ocurridas entre los filamentos gruesos y finos en cada sarcómero. El fenómeno desencadenante de una contracción es la presencia de iones de calcio y para el desarrollo de este depende de la aportación de ATP (14).

#### 3.1. Tipos de contracción muscular

Existen diferentes criterios que clasifican los tipos de contracción muscular, como puede ser por tono donde se analiza si existe algún cambio o movimiento en el tejido muscular, otro criterio evalúa no solo el movimiento del tejido donde las contracciones dinámicas pueden ser en el sentido del acortamiento muscular denominándose contracciones concéntricas o bien en sentido contrario, es decir, de alargamiento de las fibras musculares en las que se alejan los puntos de inserción muscular las cuales se denominan contracciones excéntricas, sino también a contracciones estáticas como sucede en el caso de la fuerza isométrica (17).

**FIGURA 4.** Movimiento y fuerza de carga de los tipos de contracción muscular



Descripción: (Comparativa de movimiento y fuerza de carga de los tipos de contracción muscular) Imagen obtenida

### **3.2. Envejecimiento y sistema muscular**

Al envejecer, todos los tejidos musculares experimentan una reducción generalizada de su tamaño y su fuerza. Los efectos ejercidos por la edad sobre el sistema muscular se resumen de la siguiente manera:

1. Las fibras musculares pierden diámetro ocasionado por el descenso en el número de miofibrillas, además, bajan las reservas de glucógeno y la mioglobina por lo tanto comienza una reducción en la fuerza y resistencia muscular y una tendencia a cansarse rápidamente.
2. Los músculos estriados pierden diámetro y elasticidad ya que los músculos estriados envejecidos adquieren una cantidad creciente de tejido conjuntivo fibroso, proceso denominado fibrosis.
3. La tolerancia hacia el ejercicio se ve disminuida generado en parte por una menor capacidad para disipar el calor generado durante la contracción muscular.
4. Se reduce la capacidad de recuperación tras una lesión muscular y el resultado habitual es la formación de tejido cicatricial por el aumento de fibrosis antes mencionada (14).

## **4. Fuerza muscular**

### **4.1. Definición**

La fuerza muscular se ha definido como la capacidad de la musculatura para deformar un cuerpo o para modificar la aceleración de este (18), por lo tanto, se puede entender como fuerza muscular a la capacidad de tensión que puede generar un grupo muscular a una velocidad determinada o específica contra una resistencia (15).

La producción de fuerza está basada en las posibilidades de contracción de la musculatura esquelética. Dicha contracción se genera en virtud de la coordinación de las moléculas proteicas contráctiles de actina y miosina dentro de las unidades morfofuncionales descritas en las fibras musculares (sarcómeros). Sin embargo, la relación existente entre la tensión muscular generada y la resistencia a vencer, van a determinar diferentes formas de

contracción o producción de fuerza (16).

Diversos autores han considerado diferentes factores que pueden determinar la producción de fuerza muscular que puede ser capaz de generar una persona en un momento determinado estos factores se dividen en:

1. Factor estructural: comprende la hipertrofia de las fibras musculares, el tipo de fibras musculares y el aumento de los sarcómeros en serie.
2. Factor neuromuscular: depende del reclutamiento de las unidades motrices (cantidad de fibras musculares) y su sincronización.
3. Factor energético: depende de las fuentes de energía diferenciadas a utilizar
4. Factor hormonal: balance anabólico/catabólico.
5. Factor mecánico: se refiere a la longitud del músculo, la velocidad de trabajo y el comportamiento elástico del músculo.
6. Factor funcional: se refiere al tipo de contracción muscular
7. Factor sexual: diferencias entre hombre y mujer.

La fuerza generada también se puede manifestar de diferentes formas según la magnitud de la resistencia a vencer, el tiempo empleado o la velocidad de ejecución de la fuerza, dichos factores a considerar condicionaran el tipo de manifestación de la fuerza muscular dando como resultado diferentes tipos de fuerza como la fuerza explosiva, la fuerza máxima o la fuerza isométrica o de resistencia (15).

#### **4.2. Importancia de la fuerza muscular en la salud de las personas adultos mayores**

Incluso en ausencia de enfermedad crónica, el envejecimiento está asociado a una variedad de cambios biológicos los cuales contribuyen a la disminución de la masa muscular y la fuerza muscular, conduciendo a una disminución general de la resiliencia fisiológica (capacidad de tolerar y recuperarse a factores estresantes) y la vulnerabilidad a eventos catastróficos, dicha resiliencia fisiológica a menudo conduce a padecer una discapacidad física, deterioro de la movilidad, caídas y disminución de la independencia y calidad de vida. La pérdida de la masa muscular relacionada con la edad se debe en gran parte a la reducción de la fuerza muscular, la tasa de disminución de la fuerza con la edad es de 2 a 5 veces mayor que la disminución del

tamaño muscular (20).

### **4.3. Fuerza isométrica**

#### **4.3.1. Definición**

La fuerza isométrica se puede definir como la aplicación de fuerza por la contracción estática de los músculos esqueléticos, estando estos situados en su posición de trabajo, por lo tanto, la fuerza es ejecutada con el máximo de fuerza contra una resistencia inamovible (18).

#### **4.3.2. Contracción isométrica**

Las contracciones isométricas del musculo esquelético son voluntarias y se debe aplicar una fuerza máxima para reclutar el mayor número posible de unidades motrices, de esta manera al ser una contracción voluntaria es difícil que se produzcan lesiones musculares. Durante una contracción muscular isométrica el sistema nervioso y muscular son estimulados al máximo por lapsos de tiempo corto por lo tanto no se produce fatiga muscular (18).

La Fuerza isométrica se mide como la fuerza máxima producida por una contracción isométrica voluntaria máxima, esta medición tiene como ventajas en el ambiente clínico es que es simple de realizar tanto para el evaluador como para el evaluado. También existe un mínimo de riesgo de lesión cuando se brindan instrucciones adecuadas y, además y estas mediciones tienen un alto grado de confiabilidad cuando se siguen protocolos adecuados (19).

También se deben considerar las desventajas de este tipo de mediciones, por ejemplo, los resultados de las pruebas de evaluación muscular isométrica son dependientes del grupo muscular que es evaluado, por lo tanto, los resultados de fuerza varían dependiendo del grupo muscular y por otro lado, existe muy poca evidencia de que la fuerza muscular isométrica se correlacione con actividades en el ambiente deportivo (19).

#### **4.3.3. Fuerza estática máxima o fuerza isométrica máxima**

Es aquella que se produce como resultado de una contracción isométrica, en la cual, se genera un aumento de la tensión en los elementos contráctiles sin detectarse cambio de longitud en la estructura muscular. Es decir, se produce una tensión estática en la que no

existe trabajo físico, ya que el producto de la fuerza por la distancia recorrida es nulo. En este caso, la resistencia externa y la fuerza interna producida poseen la misma magnitud, siendo la resultante de ambas fuerzas en oposición igual a cero. Esta manifestación de fuerza requiere un cuidado extremo en su práctica dadas las repercusiones cardiovasculares que conlleva esfuerzos máximos.

Existen varias pruebas diseñadas para medir distintos tipos de fuerza, como la fuerza absoluta, la fuerza máxima, fuerza máxima dinámica, la fuerza explosiva, la fuerza límite, etc. Dentro de éstas se puede medir la fuerza máxima mediante una contracción isométrica. Esto consiste en realizar una activación muscular voluntaria máxima contra una resistencia insalvable a través de dinamómetros, tensiómetros de cable y celdillas de carga (21).

#### **4.4. Herramientas para Evaluación de la Fuerza isométrica o estática**

##### **4.4.1. Dinamometría**

Para la determinación de la fuerza máxima estática o isométrica pueden ser utilizados los llamados dinamómetros isométricos, donde es valorada la fuerza de los grupos musculares de una articulación en una determinada angulación con base al análisis de los picos de fuerza producidos a velocidad cero (22). Las mediciones isométricas presentan buena confiabilidad y correlación con el rendimiento estático o isométrico al efectuar algún tipo de actividad deportiva (17).

Los dinamómetros se usan para medir la fuerza muscular y la resistencia estática de los músculos de prensión, así como músculos de las piernas y la espalda. El uso de la dinamometría para medir la fuerza muscular ha sido utilizado en diferentes entornos y con diferentes grupos de población y se han utilizado más en deportistas, y sujetos con situaciones patológicas en los que se pretende valorar su funcionalidad muscular o como factor predictor (17).

**FIGURA 5.** Dinamómetro de cable TAKEI



Descripción: (Dinamómetro de cable TAKEI para evaluaciones de fuerza de prensión mmanual) Imagen obtenida de: <https://nutriequipo.com/producto/dinamometro-de-mano-digital/>

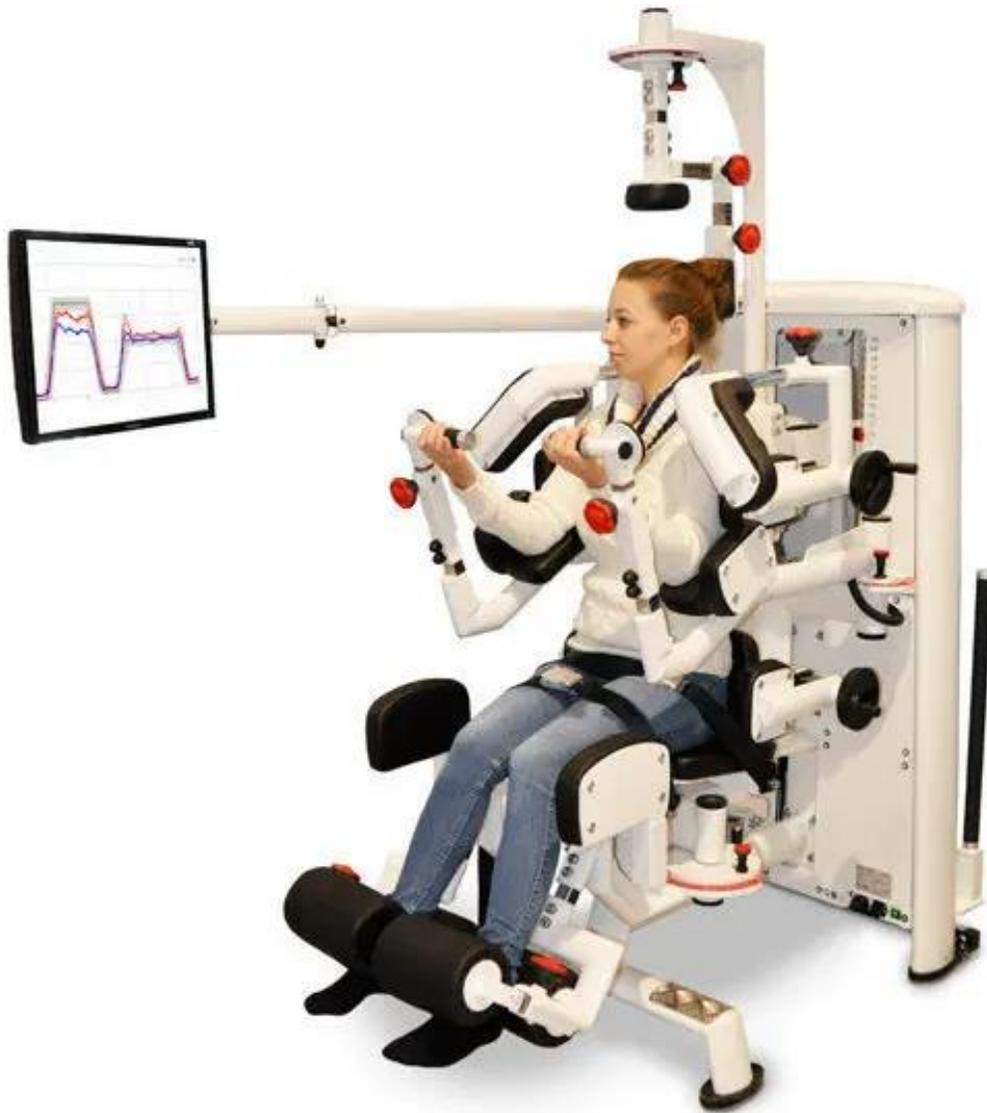
No obstante, también pueden ser utilizados los dinamómetros de cable, tensiómetros o máquinas de musculación adaptadas a los diferentes grupos musculares con incremento progresivo de la carga hasta llegar a la ausencia total de movimiento en la contracción muscular (22).

**FIGURA 6.** Dinamómetro de cable Lafayette



Descripción: (Dinamómetro de cable Lafayette modelo 32728 para evaluaciones de fuerza isométrica de grupos musculares superiores e inferiores) Imagen obtenida de: <https://www.medicalexpo.es/prod/lafayette-instrument/product-125713-976650.html>

**FIGURA 7.** Dinamómetro de cable DIERS myoline



Descripción: (Dinamómetro de cable DIERS myoline para evaluaciones de fuerza isométrica de grupos musculares superiores de flexión y extensión) Imagen obtenida de: <https://www.medicalexpo.es/prod/diers-international/product-68222-592613.html>

## **5. Actividad física**

La OMS la define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía. Incluye las actividades realizadas al trabajar, jugar y viajar, las tareas domésticas y las actividades recreativas.

Los términos “actividad física” y “ejercicio” no se debieran confundir, toda vez que la primera, tanto moderada como intensa, está ligada a cualquier movimiento corporal producido por el sistema muscular que a su vez exija un gasto energético de tipo fisiológico, mientras que el último es una subcategoría de la actividad física, el cual se planea, es estructurado, repetitivo y tiene como objetivo mejorar o mantener uno o más componentes del estado físico.

A su vez, la actividad física realizada de forma periódica ha mostrado contribuir a mejorar el estado de ánimo, el aislamiento social, el mal dormir y la osteoporosis, entre otras entidades clínicas (23).

### **5.1. Capacidad funcional**

La capacidad funcional se ha evaluado clásicamente desde el punto de vista de la actividad física; a partir de esta perspectiva y con base fundamentalmente en elementos fisiológicos, se considera que la máxima función metabólica se logra durante el ejercicio físico, por lo que es necesario gozar de un funcionamiento adecuado a los requerimientos de la forma de vida de cada persona, para lograr su independencia (24).

Un mayor nivel de actividad física se relaciona con movimientos físicos moderados que pueden retrasar el declive funcional y reducir el riesgo de padecer enfermedades; así como, mantener un estilo de vida activo que garantice una mayor independencia funcional (24).

El ejercicio físico incide de manera positiva sobre la mayor parte de las funciones físicas y psico-sociales de las personas mayores.

Actualmente, el ejercicio físico regular adaptado para la población mayor es la mejor terapia no farmacológica contra las principales enfermedades asociadas con el envejecimiento, además, estudios realizados con programas de intervención basados en la actividad física inciden en frenar el deterioro producido por la muerte de las células nerviosas y la pérdida de tejido muscular y cerebral (25).

## **6. TIPOS DE EJERCICIO MUSCULAR**

### **6.1. AEROBICO**

#### **6.1.1. Entrenamiento lento de larga distancia (LLD)**

El entrenamiento lento de larga distancia (LLD) puede considerarse como un ejercicio de conversación, en el que el deportista puede mantener una conversación sin experimentar estrés respiratorio. Este entrenamiento implica kilometrajes de trabajo relativamente elevados, o distancias que se cubren durante mucho tiempo 30 a 120 min o más, en función del deporte la intensidad será moderada a baja.

Se ha sugerido que el entrenamiento LLD mejora la función cardiovascular, la capacidad de termorregulación, la producción energética mitocondrial y la capacidad oxidativa del musculo esquelético.

Se han demostrado consistentemente estas adaptaciones fisiológicas en individuos no Entrenados, sin embargo, dichos cambios no parece que se produzcan tan fácilmente en los deportistas de resistencia que entrenan duramente (42).

### **6.2. ANAEROBICO**

#### **6.2.1. HIT**

Esta modalidad de ejercicio es bien conocida por los acrónimos HIIT o HIT (High-Intensity Interval Training; High-Intensity Intermittent Training o simplemente High Intensity Training) y otras denominaciones que esconden distintos formatos (SIT: Sprint Interval Training; RST: Repeated-Sprint Training; AIT: Aerobic Interval Training, etc.), pero de los que se diferencia fundamentalmente por la duración e intensidad de los intervalos de trabajo intensivo, y pese a no existir una definición universal consensuada del término.

Tratando de no resultar excesivamente reduccionistas, podemos decir que la característica

común que define los distintos formatos de sesiones HIIT aplicados a modalidades de ejercicio con predominio cardiorrespiratorio es la realización de repetidas series de ejercicios (esfuerzos) de corta a larga duración, realizados a alta intensidad e intercalados por períodos de recuperación.

Los componentes fundamentales que han sido definidos en relación con la modalidad de ejercicio cardiovascular HIIT son:

- 1) la intensidad y duración del intervalo de esfuerzo o trabajo
- 2) la intensidad y duración del intervalo de recuperación entre series/repeticiones
- 3) el número de series y/o repeticiones
- 4) el volumen total de trabajo por sesión
- 5) y el tipo de ejercicio cardiovascular.

No obstante a este respecto, sería necesario establecer unas variables que definan de forma más concreta y consensuada este o cualquier otro método de entrenamiento cardiovascular, para ello se puede atender a clasificaciones como las expuestas por el grupo del Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio que se basan en desarrollo y control de cinco variables que definen el mismo (cada una de las cuales se expresan mediante una fórmula): 1) volumen, 2) intensidad, 3) densidad, 4) metodología, 5) selección de ejercicio (41).

### **6.3. Sistemas de entrenamiento de la fuerza**

- **Método de intensidades máximas I:** El objetivo de este método es el incremento de la fuerza máxima sin apenas desarrollo de la hipertrofia muscular. Las variables de la carga de entrenamiento son las siguientes: intensidad entre el 90 y el 100% para 1RM, 4-8 series, 1-3 repeticiones por serie, y una máxima/explosiva velocidad en la ejecución. Los efectos de este método son: incremento en la fuerza por su impacto sobre los factores nerviosos, aumento de la fuerza explosiva, reduce la inhibición del sistema nervioso central, y mejora la coordinación intramuscular (40).

- **Método de intensidades máximas II.** La finalidad de este método es el incremento de la fuerza máxima con un escaso aumento del peso corporal por la pequeña hipertrofia que se produce. Las variables de la carga de entrenamiento son: intensidad entre el 85 y el 90% para 1RM, 4-5 series, 4-5 repeticiones por serie, y máxima velocidad en la ejecución. Los efectos de este método son menores a los del anterior método con relación a: fuerza explosiva, reducción de la inhibición del sistema nervioso central, y coordinación intramuscular (40).
- **Método de repeticiones I.** El objetivo de este método es la mejora en la fuerza máxima, acompañada de hipertrofia media y menor impacto sobre los factores nerviosos. Las variables de la carga de entrenamiento son: intensidad entre el 80 y el 85% para 1RM, 3-5 series, 5-7 repeticiones por serie, y una máxima o media velocidad en la ejecución. La tensión muscular máxima solo se alcanza en las últimas repeticiones de cada serie (40).
- **Método de repeticiones II.** La finalidad de este método es el incremento de la fuerza máxima, así como una hipertrofia muscular alta. Las variables de la carga de entrenamiento son: intensidad del 70-80% para 1RM, 3-5 series, 6-12 repeticiones por serie, la velocidad en la ejecución debe ser media-alta o la máxima posible. Los efectos de este método sobre los factores nerviosos son bajos o nulos, aumenta el déficit de fuerza, escasa influencia sobre la fuerza explosiva, y mayor número de unidades motoras reclutadas (40).
- **Método de repeticiones III.** El objetivo de este método es el acondicionamiento muscular general con una hipertrofia muscular alta. Se trata de un método básico de entrenamiento de la fuerza con las siguientes variables de la carga: intensidad del 60-75% para 1RM, 3-5 series, 6-12 repeticiones por serie, la velocidad en la ejecución debe ser media. No se llega al fallo muscular en las series de trabajo (40).
- **Método mixto o en pirámide.** La finalidad de este método es el incremento de la fuerza máxima actuando a la vez sobre parámetros nerviosos y estructurales. Las variables de la carga de entrenamiento son: intensidad del 60-100% para 1RM, 7-14

series, incremento paulatino desde 1 hasta 8 repeticiones y viceversa, la velocidad en la ejecución debe ser media-máxima o máxima. Los efectos de este método son: incremento de la fuerza explosiva, hipertrofia muscular alta, y mejora de coordinación intramuscular (40).

- **Método concéntrico puro.** El objetivo de este método es el desarrollo de la fuerza explosiva a través de un fuerte impacto sobre los parámetros nerviosos. Este método consiste en hacer contracciones concéntricas explosivas sin estiramiento o contra movimiento previo, es decir, se elimina la fase excéntrica del movimiento con el fin de estimular a la musculatura en la fase concéntrica. Las variables de la carga de entrenamiento son: intensidad del 60-80% para 1RM, 4-6 series, 4-6 repeticiones por serie, la velocidad en la ejecución debe ser máxima o explosiva (40).
- **Método de contrastes.** La finalidad de este método es la mejora tanto en la fuerza máxima como en la fuerza explosiva aplicables ambas a una disciplina deportiva específica. El sistema tradicional consiste en combinar series con cargas elevadas (6RM al 80% 1RM), y otras series con cargas ligeras (6RM con el 40-50% 1RM). Los dos tipos de series se deben ejecutar a la máxima velocidad posible. En los sistemas de contraste se puede trabajar realizando una pausa entre los cambios de carga, o bien, pasar de la carga más elevada a la más liviana sin descanso en una misma serie. Otra posibilidad es realizar primero todas las series/repeticiones con cargas elevadas, y tras la realización de una pausa realizar todas las series/repeticiones con las cargas más ligeras. El trabajo de contraste también se puede emplear combinando cargas máximas y sub-máximas (tensión intensa), con otras sin cargas (máxima velocidad), como por ejemplo realizar sentadillas al 90-95 % de 1RM para seguidamente realizar una serie de carreras de velocidad de 40, 50 ó 60 metros. De la misma forma, se pueden alternar ejercicios isométricos con ejercicios explosivos, como saltos sin sobrecarga (40).

El sistema de contrastes se presta a realizar las siguientes combinaciones:

- a. Esfuerzos máximos (90-95% 1 RM) con esfuerzos dinámicos (30-50% 1RM). Esos se deben a realizar a máxima velocidad.

- b. Esfuerzos máximos con esfuerzos repetidos (cargas comprendidas entre el 60 y el 80 % de 1 RM).
- c. Esfuerzos repetidos (60-80% 1 RM) con esfuerzos dinámicos (40).
- **Método basado en la potencia de ejecución.** Determinar la intensidad de trabajo por el tanto por ciento del máximo, por las repeticiones por serie que se pueden hacer con un peso o por el esfuerzo aparentemente realizado, son intentos de solucionar un problema de manera subjetiva. Con mucha frecuencia, el estímulo que se propone a los deportistas no se ajusta a su estado fisiológico, y se provoca efectos diferentes a los pretendidos. Si se pudiera controlar la velocidad de ejecución de cada repetición, ésta sería la mejor información para dosificar la carga de entrenamiento. La velocidad es un factor determinante de la especificidad del entrenamiento, y un punto de referencia válido para calificar los movimientos en cuanto a su estado fisiológico sobre el músculo y el sistema nervioso (40).

#### **Métodos en régimen de contracción isométrica**

Ese tipo de métodos se basan en su realización de forma estática produciéndose también tensión muscular. De forma aislada, solo adquiere cierta relevancia en deportes como el tiro, la gimnasia artística o el esquí. Combinando este método con otros basados en contracciones concéntricas o con acciones motrices de tipo explosivo, sí tiene un mayor interés para el deporte de competición.

En la metodología de entrenamiento de tipo isométrico se pueden distinguir tres formas de trabajo diferentes:

- a. **Isometría máxima:** plantea una resistencia máxima que no puede superarse.
- b. **Isometría total:** la carga que se presenta no es máxima, pero se mantiene una contracción isométrica hasta la fatiga máxima.
- c. **Estático dinámico:** se realiza marcando un tiempo predeterminado de contracción isométrica y se termina la repetición con una contracción concéntrica explosiva (40).

## **Método con cargas específicas**

Este tipo de métodos se emplean para aplicar la fuerza rápida. Este tipo de fuerza se encuentra relacionada con la fuerza explosiva y velocidad de ejecución que hay que entrenar en relación con la velocidad óptima y/o máxima con la que se realiza el gesto deportivo. La manifestación y entrenamiento de la fuerza rápida es específica de cada deporte. Una vez desarrollada en grado óptimo la fuerza máxima, se tratará de realizar gestos específicos a la velocidad de competición o ligeramente superior. En definitiva, el entrenamiento para la fuerza explosiva o de aplicación de la fuerza máxima es específico de cada deporte, y debe moverse en parámetros de resistencias, series, repeticiones y pausas que permitan una manifestación de velocidad y potencia cercanas a las necesarias en la competición en cada una de las repeticiones que se realicen. Todos los entrenamientos de fuerza explosiva deben considerarse como un complemento de los de fuerza máxima. Es decir, una vez que se consiga el nivel óptimo de fuerza máxima, es necesario que su aplicación o manifestación en el gesto deportivo se produzca en el menor tiempo posible (40).

### **6.4. Entrenamiento de fuerza muscular en adultos mayores**

El uso de los músculos al efectuar actividad física y entrenamientos de fuerza se demostrado como un medio viable y eficaz para reducir la debilidad muscular, atenuando la infiltración adiposa intramuscular relacionada con la edad, aumenta el rendimiento físico, mejora la calidad muscular, mejora la calidad de vida, el bienestar psicológico y reduce el riesgo de caídas y fracturas en adultos mayores (26).

La evidencia señala que el entrenamiento de fuerza puede mitigar los efectos del envejecimiento sobre la función neuromuscular y la capacidad funcional. Diversos protocolos de entrenamiento de fuerza tienen potencial de mejorar la capacidad muscular, la masa y la potencia por medio de una relación dosis-respuesta donde el volumen y la intensidad están asociados con las adaptaciones al ejercicio de fuerza (20).

## **7. Condición física**

La Condición Física se puede definir como el estado dinámico de energía y vitalidad que permite a las personas llevar a cabo las tareas diarias habituales, disfrutar del tiempo de ocio

de manera activa, afrontar las emergencias imprevistas sin una fatiga excesiva, a la vez que permita evitar las enfermedades hipocinéticas, las cuales son aquellas en cuya aparición la inactividad física juega un papel fundamental (27).

La importancia de conocer la condición física en adultos mayores recae como un marcador temprano de fragilidad y enfermedades subclínicas, ya que, las medidas de fuerza muscular y el rendimiento físico están relacionadas con condiciones fisiopatológicas, además, se ha demostrado que se puede predecir el riesgo de hospitalización al conocer la condición física de las personas (27).

## **8. Dinapenia**

La Dinapenia (Dyna significa "fuerza" y penia es "disminucion") es un concepto que se acuñó por Clark en 2008, refiriéndose a la pérdida de la fuerza muscular asociada a la edad (sin relación con enfermedades musculares ni neurológicas). Entre los factores relacionados a la dinapenia se han reportado lo siguientes:

- Estilos de vida
- Enfermedades crónicas
- Historial de caídas recientes
- Pérdida de peso no explicada
- Factores psicológicos (síntomas depresivos y de demencia)
- Percepción subjetiva de limitaciones funcionales.

Con el paso del tiempo los cambios en la masa magra y su distribución se ven asociados a una disminución gradual en la masa muscular denominada sarcopenia y de la fuerza muscular denominada dinapenia, sin embargo, es difícil medir directamente la sarcopenia por métodos de fácil acceso. Por el contrario, la dinapenia se puede medir fácilmente mediante la dinamometría, por su bajo costo y disponibilidad, se puede considerar un método factible para la detección del síndrome de fragilidad en adultos mayores, además, se ha reportado que la dinapenia es el fenómeno predictor más importante de discapacidad y muerte en adultos mayores, con relación a la pérdida de la fuerza muscular. Para medir la fuerza muscular de los adultos mayores, algunos estudios demuestran que la fuerza de prensión manual por dinamometría es una herramienta de fácil aplicación y que presenta fuerte correlación con la fuerza de miembros inferiores (28).

## **9. Estado nutricional**

El estado nutricional es el resultado del balance entre las necesidades y el gasto de energía alimentaria, relacionado también con los diversos factores físicos, genéticos, biológicos, culturales, económicos y ambientales. Estos mismos pueden dar lugar a una ingestión insuficiente o excesiva de nutrientes, que a su vez impide la utilización óptima de los alimentos ingeridos (29)

### **9.1. MNA (evaluación del estado de nutrición)**

El MNA es una herramienta validada en personas adultas mayores que requiere entre 10 y 15 minutos para completarse. Consta de un cribado inicial con 6 preguntas discriminantes de riesgo nutricional y otras 12 preguntas adicionales que exclusivamente deberán realizarse a los individuos que han sido detectados como posibles casos de desnutrición por el cribaje. En función de la puntuación resultante, el paciente es clasificado en 3 categorías: estado nutricional normal, riesgo de malnutrición y malnutrición (29).

**Tabla 2. Datos de fuerza isométrica, evaluada por fuerza de prensión manual en adultos mayores de diferentes regiones.**

| <b>Autor, País y Año</b>   | <b>Objetivo</b>  | <b>n y Sexo</b>                         | <b>Edad, Rangos y promedio</b> | <b>Valor de Fuerza isométrica Métodos</b>   | <b>Conclusión</b>   | <b>Referencia</b>  |
|--|--|---|--------------------------------|---|---|--|
| <b>Porto JM, et al.</b><br><b>Brasil</b><br><b>2019</b>              | Determinar la asociación entre fuerza de prensión y la fuerza muscular global  | n= 150<br>18.7% Hombres y 81.3% Mujeres | 78.7 años                      | Fuerza de prensión manual Dinamómetro (FPM)(Jamar). Valor promedio = 25.5 kg<br><br>Fuerza muscular global (FMG): Dinamómetro isocinético (Biodex System four pro). Valor promedio = 684.3 (Newtonmetro) para la FMG y un valor promedio e 25.51 (kg) para la FPM<br><br>Correlación de entre FPM y FMG = $r = 0,690$ | La fuerza de prensión manual puede representar la fuerza muscular global en personas mayores.                                 | Porto JM, Nakaishi APM, Cangussu-Oliveira LM, et, al. Relationship between grip strength and global muscle strength in community-dwelling older people. Arch Gerontol Geriatr. 2019, ;82:273-278. doi: 10.1016/j.archger.2019.03.005.  |
| <b>Ying-Chih Wang et al.</b><br><b>Estados Unidos</b><br><b>2018</b> | Proporcionar valores y ecuaciones de referencia de fuerza de prensión basados en población para residentes de EE. UU. de 18 a 85 años. | N= 1,232                                | 18-85 años                     | Fuerza de prensión manual (FPM) se midió con dinamómetro digital (marca Jamar)<br><br>Promedio FPM en hombres de 25-29 años =49.7kg y en mujeres de 75 a 79 años= 18.7kg  | Los valores de referencia normativos proporcionados pueden servir como guía para interpretar mediciones de fuerza de prensión | Wang YC, Bohannon RW, Li X, Sindhu B, Kapellusch J. Hand-Grip Strength: Normative Reference Values and Equations for Individuals 18 to 85 Years of Age Residing in the United States. J Orthop Sports Phys Ther. 2018 Sep;48(9):685-693. doi: 10.2519/jospt.2018.7851. Epub 2018 May 23. PMID: 29792107. |
| <b>Cledir Araújo A. et al.</b>                                       | Identificar correlaciones entre la fuerza de   | N=1462<br>Hombres:                      | 18-102 años                    | Fuerza de prensión manual, evaluada por   | Los valores identificados son una referencia  | Amaral CA, Amaral TLM, Monteiro GTR,   |

|  |  |   |   |   |   |  |
|--|--|---|---|---|---|--|
| <b>Brasil</b><br><b>2019</b>                                     | prensión manual y variables antropométricas en poblaciones adultas y ancianas.   | =554<br>Mujeres:<br>=908                        |   | dinamometría hidráulica (SAEHAN SH5001)<br><br>En hombres se observó una fuerza de prensión manual máxima media de 43.4 kg y 27.6 kg  | para el comportamiento de la fuerza de prensión manual entre adultos y ancianos con miembros superiores sanos   | Vasconcellos MTL, Portela MC. Hand grip strength: Reference values for adults and elderly people of Rio Branco, Acre, Brazil. PLoS One. 2019 Jan 31;14(1):e0211452. doi: 10.1371/journal.pone.   |
| <b>Naoto Kamide et al.</b><br><b>2015</b><br><b>Japón</b>        | Calcular valores de referencia para la fuerza de prensión manual en ancianos japoneses que viven en comunidades  | N= 15,784<br>5216 hombres y 10.568 mujeres      | 67,0-79,8 años<br><br>Con una edad promedio de 67-79.8 años | Fuerza de prensión manual media:<br><br>Hombres: 33,11 kg<br><br>Mujeres: 20,92 kg  | La fuerza media de prensión manual de las personas mayores calculada en este estudio se puede utilizar como valor de referencia para la fuerza de prensión manual de los ancianos japoneses | Kamide N, Kamiya R, Nakazono T, Ando M. Reference values for hand grip strength in Japanese community-dwelling elderly: a meta-analysis. Environ Health Prev Med. 2015 Nov;20(6):441-6. doi: 10.1007/s12199-015-0485-z   |
| <b>Viktor Strandkvist et al.</b><br><b>2021</b><br><b>Suecia</b> | Analizar la asociación entre la fuerza de prensión manual y la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores y el control postural en adultos mayores. | N=45<br><br>Hombres: 18<br><br>Mujeres: 27      | 70-89 años<br><br>Edad media de 75.5 años                   | Fuerza de prensión manual mediante dinamometría (E-LINK)<br><br>Mujeres<br>Fuerza de prensión manual derecha- 155.4-344.7 newtons<br><br>Hombres:<br>Fuerza de prensión manual derecha- 172.1-528.8 Newtons | Fuerza de prensión manual es un método válido para estimar la fuerza de las extremidades inferiores entre adultos mayores a nivel grupal.   | Strandkvist V, Larsson A, Pauelsen M, et al. Hand grip strength is strongly associated with lower limb strength but only weakly with postural control in community-dwelling older adults. Arch Gerontol Geriatr. 2021 May-Jun;94:104345. doi: 10.1016/j.archger.2021.104345. |
| <b>Joana Mendes, et al.</b><br><b>2017</b><br><b>portugal</b>    | Describir los valores de fuerza de prensión manual de la población mayor de 65 años o más en Portugal  | N= 1500<br><br>Hombres= 628<br><br>Mujeres= 868 | 65-85   | Fuerza de prensión manual en kg<br><br>Hombres= 2.3 - 58.9 kg<br><br>Valor promedio=19.43 kgf<br><br>Mujeres= 3.8- 35.5 Kg  | Este estudio describió, por primera vez, los valores de fuerza de prensión manual de la población portuguesa de ≥65 años  | Mendes J, Amaral TF, Borges N, Santos A, et al. Handgrip strength values of Portuguese older adults: a population based study. BMC Geriatr. 2017 Aug 23;17(1):191. doi: 10.1186/s12877-017-0590-5.   |

|                                     |  |   |                                       |  |  |   |
|-------------------------------------|--|---|---------------------------------------|--|--|---|
|                                     |  |   |                                       | Valor promedio= 17 kgf   |  |   |
| <b>Julia Wearing, et al.</b>        | Evaluar la fuerza de prensión manual en población suizo-alemana de 75 años o más.  | N= 244<br>Hombres= 88<br>Mujeres= 156   | 75-99 años                            | Fuerza de prensión manual promedio en kg<br><br>Hombres: 32(8.2)<br><br>Mujeres: 19.4(4.3)   | La fuerza de agarre disminuyó con la edad en ambos sexos, siendo la disminución relativa mayor en los hombres que en las mujeres.  | Wearing J, Konings P, Stokes M, de Bruin ED. Handgrip strength in old and oldest old Swiss adults - a cross-sectional study. BMC Geriatr. 2018 Nov 6;18(1):266. doi: 10.1186/s12877-018-0959-0.   |
| <b>2018</b>                         |  |   |                                       |  |  |   |
| <b>Suiza</b>                        |  |   |                                       |  |  |   |
| <b>Valentina Muollo.</b>            | Se investigo la asociación la fuerza de prensión manual (HGS) y la función muscular de las extremidades inferiores y los predictores del índice de masa magra apendicular (ALMI) en adultos mayores con obesidad de ambos sexos. | N= 84<br>Hombres= 44<br>Mujeres= 40     | 60-80<br><br>Edad promedio 67+-5 años | Fuerza de prensión manual en kg<br><br>Hombres= 35.6 - 48.6 kg<br>Mujeres= 21.9- 30.5 kg   | Los resultados mostraron que la HGS se asoció con la función de los músculos de las extremidades inferiores (de efecto bajo a moderado) en los hombres, mientras que la HGS mostró una asociación pobre o nula en las mujeres. | Muollo V, Tatangelo T, Ghiotto L, Cavedon V, Milanese C, Zamboni M, et al. handgrip strength a marker of muscle and physical function of the lower limbs? Sex differences in older adults with obesity. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2022 Sep;32(9):2168-2176. doi: 10.1016/j.numecd.2022.06.018. |
| <b>2022</b>                         |  |   |                                       |  |  |   |
| <b>Italia</b>                       |  |   |                                       |  |  |   |
| <b>Agnieszka Wiśniowska-Szurlej</b> | Definir valores de referencia y factores asociados con HGS en adultos mayores que viven en el sureste de Polonia.  | N = 405<br>Hombres= 134<br>Mujeres= 271 | 65-85                                 | La fuerza de prensión manual (HGS) se midió utilizando un dinamómetro de mano (JAMAR PLUS + Dinamómetro de mano digital, Patterson Medical)<br><br>Fuerza de prensión manual en kg<br><br>Hombres= 35.6 - 48.6 kg<br><br>Mujeres= 21.9- 30.5 Kg<br><br>Fuerza de prensión manual promedio en | Se establecieron valores de HGS para la población de habitantes del sureste de Polonia de ≥ 65 años  | Wiśniowska-Szurlej A, Ćwirlej-Sozańska A, Kilian J, et al. Reference values and factors associated with hand grip strength among older adults living in southeastern Poland. Sci Rep. 2021 May 11;11(1):9950. doi: 10.1038/s41598-021-89408-9.  |
| <b>2021</b>                         |  |   |                                       |  |  |   |
| <b>Polonia</b>                      |  |   |                                       |  |  |   |

|  |  |  |  |   |  |  |
|--|--|--|--|---|--|--|
|  |  |  |  | mujeres: 16,91 kg   |  |  |
|  |  |  |  | Fuerza de<br>prensión manual<br>promedio en<br>hombres: 26,19<br>kg |  |  |

## **Justificación:**

En los últimos años la esperanza de vida ha aumentado debido a múltiples factores, tanto científicos como tecnológicos, así como el acceso a más servicios de salud. Sin embargo, el bienestar de las personas adultas mayores aún no ha sido suficientemente estudiado en nuestro país; como es el caso de la promoción del envejecimiento activo, funcional y saludable que involucra la evaluación del estado de nutrición y la fuerza muscular, conocida por el área clínica y del deporte como dinapenia, caracterizada por la pérdida de la fuerza muscular (1, 2).

El capítulo de estudio referente a la fuerza muscular dentro de la evaluación del rendimiento físico, solamente se ha llevado a cabo en personas físicamente activas.

Diversos estudios han mostrado que la fuerza de los músculos extensores de la rodilla tanto en hombres como en mujeres con un nivel de actividad sedentaria disminuye rápidamente después de los 45 a los 50 años de edad (3), por lo cual el deterioro de la función muscular es uno de los principales factores que influyen en la disminución en la calidad de vida de las personas (4), así mismo, se ha reportado que los sujetos que han realizado actividad física durante toda su vida, presentan una menor reducción en el porcentaje de masa y fuerza muscular (3, 5).

Sin embargo, los estudios sobre la disminución de la fuerza generalmente se han reportado a través de la medición de la fuerza de prensión manual por medio de dinamometría sobre todo en la población mayor de 60 años, ya que es un método de fácil aplicación y replicación para la estimación de la fuerza general (6), pero no se integra la evaluación de la fuerza de grupos musculares de los miembros inferiores, lo que es fundamental para evaluar de forma integral la pérdida de la fuerza muscular por lo tanto el análisis de la condición física por medio de un tensiómetro podal con cable (7) como lo es el sistema de evaluación de la fuerza Jackson, desarrollado por el Dr. Andrew Jackson en la Universidad de Houston, es una herramienta que ayudara a complementar la evaluación de la capacidad física por medio de la fuerza isométrica máxima (FIM) (8) ya que está diseñado para satisfacer las necesidades de los protocolos de pruebas de fuerza de los grupos musculares de los miembros superiores e inferiores (9) por lo cual permite conocer la condición física de forma más integral sobre todo en la población de adultos mayores para fomentar su envejecimiento funcional.

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

- Evaluar el estado de nutrición y la fuerza isométrica máxima manual y podalen un grupo de adultos mayores de 60 años en condiciones de vida activa, para evaluar su capacidad física.

### **Objetivos específicos:**

- Obtener el diagnostico nutricional
- Medir la fuerza isométrica máxima de presión manual por dinamometría.
- Medir la fuerza isométrica máxima, de grupos musculares superiores e inferiores con un tensiómetro.
- Comparar la fuerza isométrica de acuerdo con el estado de nutrición corporal.
- Asociar la fuerza isométrica máxima del tensiómetro con la fuerza isométrica máxima de presión manual de las participantes.
- Obtener el índice de masa corporal (IMC).

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Diseño de estudio**

El presente trabajo se diseñó con un formato de corte transversal. Se invitó a un grupo de participantes de un centro deportivo que se encuentra cerca de la universidad y que pertenece al gobierno de la ciudad de México. Se pidió permiso a las autoridades del mismo para que se pudiera realizar las evaluaciones. A las personas que aceptaron participar en este trabajo se les realizaron los siguientes estudios:

-Un cuestionario para conocer variables sociodemográficas

-Mediciones antropométricas (peso, estatura, obtención del índice de masa corporal (IMC) categorizado de acuerdo con la clasificación de la organización mundial de la salud (OMS). Así mismo se les evaluó su estado de nutrición con la herramienta metodológica: Evaluación mínima del estado de nutrición (MNA, por sus siglas en inglés: Mini nutritional assessment).

-Finalmente se llevó a cabo la medición de la de fuerza isométrica con la utilización del equipo Jackson Lafayette de las siguientes regiones anatómicas: hombro, brazo, torso y pierna (El mismo día se les entregaron sus resultados y se les dieron recomendaciones), como se ilustra en las siguientes fotografías:

#### **Criterios de inclusión**

- Mujeres y hombres mayores de 60 años
- Con capacidad para la movilidad independiente
- Con disponibilidad de tiempo para explicar cada medición
- Que firmaran una carta de consentimiento informado
- El mismo día se les entregaron sus resultados

#### **Criterios de exclusión**

- Mujeres y hombres menores de 60 años
- Con antecedentes de caída y fracturas
- Con antecedentes de hospitalización previa (3 meses antes del estudio)
- Con padecimientos crónicos graves
  - Enfermedad cardiovascular (isquémica o hipertensiva)
  - Insuficiencias:
    - Cardíaca
  - Artritis reumatoide
  - Discapacidad física
  - Prótesis ortopédica

### **Mediciones antropométricas**

Fueron realizadas utilizando protocolos recomendados, validados y estandarizados para personas adultas mayores, así como instrumentos de medición calibrados (43, 44).

Las mediciones antropométricas incluyeron:

- Peso en kilogramos
- Estatura en centímetros
- Índice de masa corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

### **Instrumentos utilizados**

- Una báscula de piso digital marca SECA modelo 813
- Un estadiómetro portátil SECA modelo 213

### **Evaluación de fuerza isométrica**

La evaluación de fuerza isométrica se llevó a cabo con el equipo:

- Dinamómetro de cable marca TAKEI modelo 5001
- Dinamómetro de cable marca Lafayette modelo 32628

### **Determinación de la fuerza de prensión manual**

Se siguió un protocolo estandarizado para asegurar la consistencia y precisión de esta medición. Se utilizó un dinamómetro de mano marca TAKEI modelo 5001. Primero se aseguró que el equipo estuviera calibrado correctamente, posteriormente se explicó al participante el propósito de la prueba y como se lleva a cabo. Se aseguro que la persona estuviera cómoda y relajada, sentada con los pies apoyados en el suelo y con los brazos colgados a lo largo del tronco del cuerpo; se ajustó el dinamómetro a la mano del participante para que pudiera sujetarlo cómodamente. A continuación, se le pidió al adulto mayor que sujetara el dinamómetro con la mano con la que se iba a medir manteniendo el brazo a lo largo del cuerpo y se le instruyó a apretar el dinamómetro con la máxima fuerza posible durante unos segundos sin mover e, resto del brazo. Se animo a cada participante a dar su máximo esfuerzo y se registró la lectura del dinamómetro justo después de que el participante hubiera aplicado la máxima fuerza. La medición se repitió tres veces en cada mano (lado derecho e izquierdo), permitiendo un descanso de unos minutos entre cada intento para evitar la fatiga muscular. Al final se registraron todas las lecturas y se calculó el valor promedio para cada mano. Los resultados se consideraron de acuerdo con los valores de fuerza

de prensión manual por sexo de acuerdo con el grupo de consenso europeo para la definición y diagnóstico de sarcopenia (32).

### **Metodología para prueba de resistencia isométrica**

El Sistema de Evaluación de Fuerza Jackson el cual consta de 4 evaluaciones de los diferentes grupos musculares que implican el tren superior e inferior (brazos, hombros, torso y piernas), mostrando al paciente antes de realizar las pruebas la manera de posicionarse de forma adecuada en la base de la plataforma para cada tipo de evaluación.

#### **Evaluación de fuerza de brazos**

-En la posición adecuada, el paciente se debe parar en la plataforma con los brazos a los lados y los codos en ángulo recto (90° de flexión).

-Pedir al paciente sujetar la barra a la que se une la cadena de la plataforma con las palmas hacia arriba con una apertura de brazos la cual sea cómoda para el paciente.

-Posicionar la cadena a la altura de la barra de tal manera que esta se encuentre tensa y en un ángulo recto con la base.

-Cuando el paciente se posicione en la plataforma de forma correcta, se dieron las instrucciones conforme al manual de uso del sistema de fuerza isométrica Jackson.

-Pulsar el botón "1" indicando al paciente realizar la mayor cantidad de fuerza con los brazos al escuchar el primer sonido y dejar de ejercer fuerza después de escuchar el segundo sonido.

#### **Evaluación de fuerza de hombros**

-Con las palmas hacia atrás, el paciente debe sujetar la barra de modo que la parte inferior de sus manos quede en el interior del mango negro con los codos apuntando hacia afuera, lejos del cuerpo.

-Posicionar la cadena a la altura de la barra de tal manera que esta se encuentre tensa y en un ángulo recto con la base.

-Mencionar al paciente no inclinarse hacia atrás cuando este se encuentre ejerciendo fuerza ni tampoco hacer fuerza con las piernas.

-Cuando el paciente se posicione en la plataforma de forma correcta, se dieron las instrucciones conforme al manual de uso del sistema de fuerza isométrica Jackson.

-Pulsar el botón "1" indicando al paciente realizar la mayor cantidad de fuerza con los brazos al escuchar el primer sonido y dejar de ejercer fuerza después de escuchar el segundo sonido.

### **Evaluación de fuerza de piernas**

-Colocar los soportes a los costados de la plataforma para brindar una mayor estabilidad.

-Se debe colocar la barra a una distancia de 17 pulgadas de la base de la plataforma de tal forma que al sujetarla la cadena se encuentre tensa y en un ángulo de 90°.

-Se debe colocar la plataforma sobre la pared con la parte que conecta la cadena boca abajo.

-Indicar al paciente colocarse en el suelo con las rodillas extendidas y los pies firmes sobre la plataforma.

-Pedirle al paciente sujetar la barra con las manos hacia abajo manteniendo la espalda y los brazos rectos al momento de ejercer fuerza.

-Cuando el paciente se posicione en la plataforma de forma correcta, se dieron las instrucciones conforme al manual de uso del sistema de fuerza isométrica Jackson.

-Pulsar el botón "1" indicando al paciente realizar la mayor cantidad de fuerza con los

brazos al escuchar el primer sonido y dejar de ejercer fuerza después de escuchar el segundo sonido.

### **Evaluación de fuerza de torso**

-Se debe colocar la barra a una distancia de 17 pulgadas de la base de la plataforma de tal forma que al sujetarla la cadena se encuentre tensa y en un ángulo de 90°.

-El paciente debe pararse sobre la plataforma con los pies separados a una distancia cómoda.

-La barra se debe girar 90° de modo que los extremos de la barra miren hacia la parte delantera de la plataforma y esta debe colocarse entre las piernas de la persona.

-El paciente debe sujetar la barra con las palmas de las manos enfrentadas una con otra lo más cerca del centro de la barra. En esta posición, la barra debe estar entre las piernas con los brazos lo más cerca posible del cuerpo.

-El paciente debe doblar las rodillas, manteniendo los brazos lo más cerca posible del cuerpo manteniendo los brazos lo más cerca posible del cuerpo para minimizar la flexión de la espalda baja.

-Mencionar al paciente ejercer fuerza únicamente con las piernas sin alejar el cuerpo fuera de la plataforma.

-Cuando el paciente se posicione en la plataforma de forma correcta, se dieron las instrucciones conforme al manual de uso del sistema de fuerza isométrica Jackson.

-Pulsar el botón "1" indicando al paciente realizar la mayor cantidad de fuerza con los brazos al escuchar el primer son

## FOTOS

-Masculino de 73 años con mayor fuerza isométrica



**Descripción: Evaluación de fuerza isométrica de hombro (deltoides)**



**Descripción: Evaluación de fuerza isométrica de brazo (bíceps braquial).**



**Descripción: Evaluación de fuerza isométrica de espalda (torso).**



**Descripción: Evaluación de fuerza isométrica de piernas (isquiosurales y glúteo).**



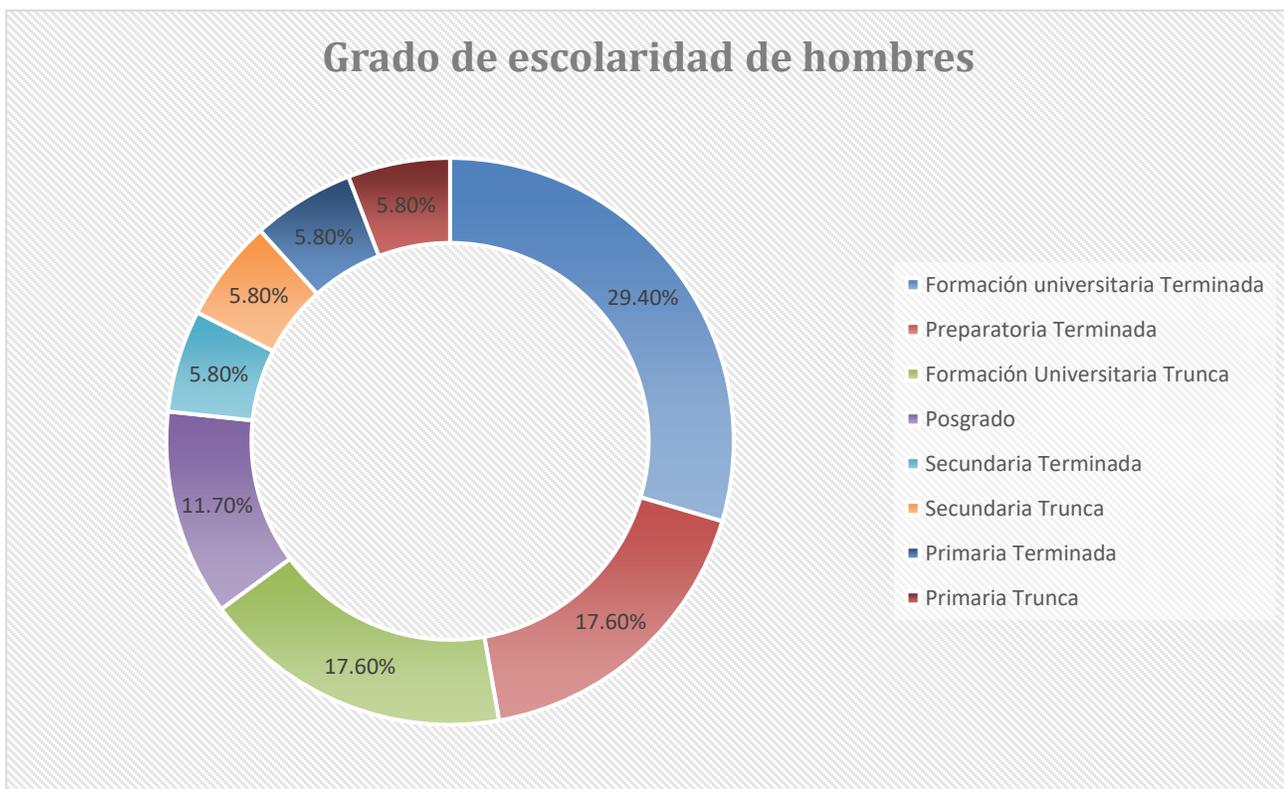
## RESULTADOS

El total de la muestra evaluada fue de 89 participantes que cubrieron los criterios de inclusión necesarios para realizar las pruebas de fuerza isométrica, de los cuales 71 fueron mujeres y 18 hombres. La edad promedio de los participantes hombres fue de 74 años  $\pm$  7.08, con una edad máxima de 86 años y mínima de 64, en el caso de las participantes mujeres su edad promedio fue de 68.5 años  $\pm$  5.5, con una edad máxima de 85 años y mínima de 60.

### Escolaridad

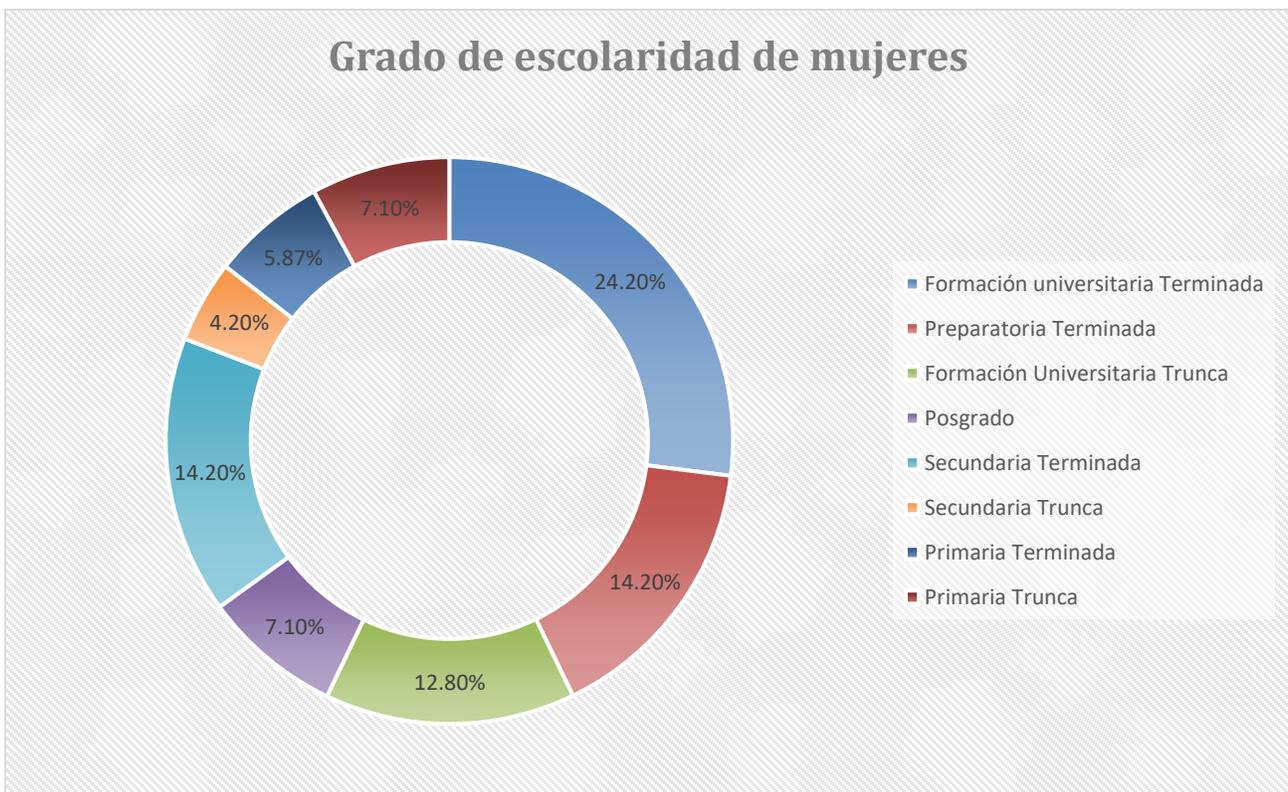
Con respecto a la escolaridad de los participantes hombres a los que se les aplicaron las pruebas, el 29.4% (n=5) tenían una formación universitaria terminada, el 17.6% (n=3) tenían una formación universitaria trunca, de igual manera el 17.6% (n=3) tenían la preparatoria terminada, mientras que el 11.7% (n=2) tenían posgrado, el 5.8% (n=1) tenían como grado de estudio máximo la secundaria terminada, de igual forma la secundaria trunca, por último el 5.8% (n=1) tenían concluida la primaria y de igual forma el 5.8% (n=1) la tenían trunca.

**Gráfico 1: Grado de escolaridad de participantes hombres**



En el caso de las mujeres el 24.2% (n=17) presentaban como grado de escolaridad máxima, la universidad terminada, mientras que el 14.2% (n=10) tenían la preparatoria terminada, de igual manera el 14.2% (n=10) tenían la secundaria terminada, el 12.8% (n=9) tenían una formación universitaria trunca y el 10% (n=7) tenían la preparatoria trunca, el 7.1% (n=5) tenían posgrado terminado, de igual forma el 7.1% (n=5) tenían la primaria trunca, por último, el 5.87 (n=4) tenían terminada la primaria y el 4.2% (n=3) tenían la secundaria trunca.

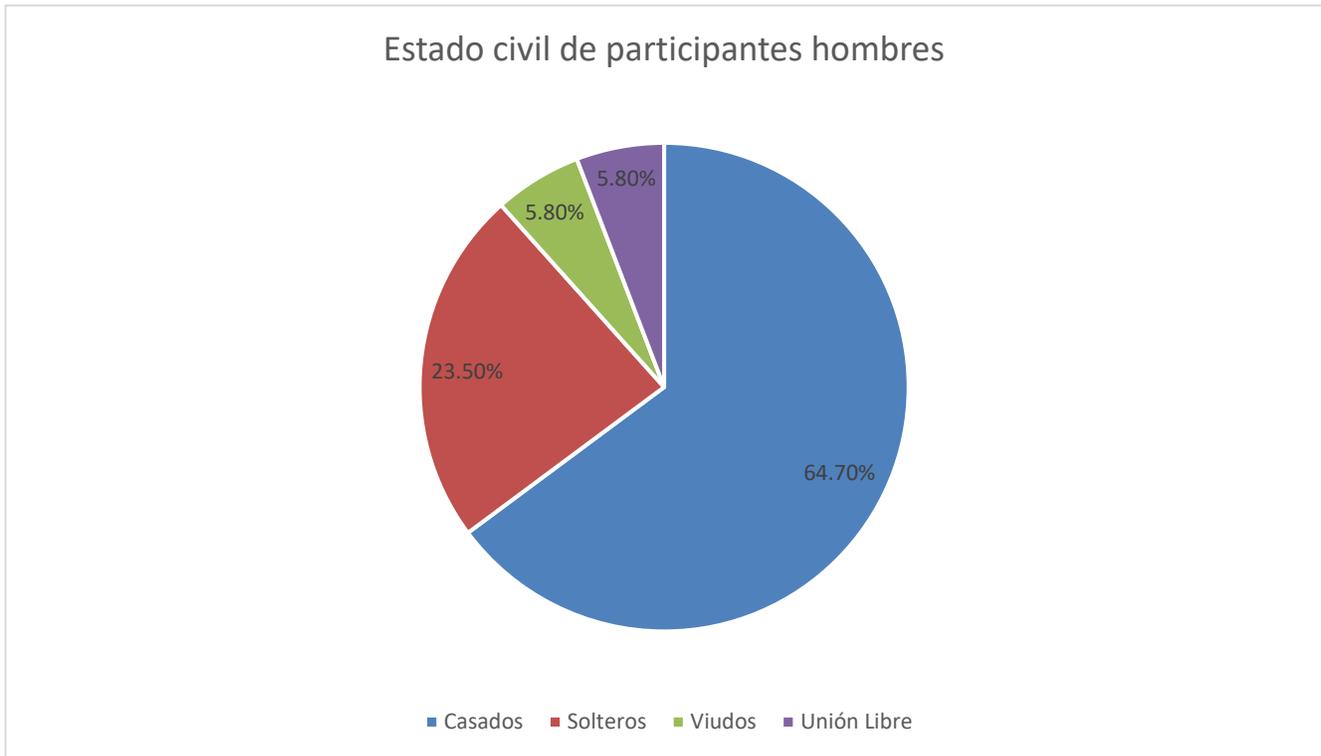
**Gráfico 2: Grado de escolaridad de participantes mujeres**



**Estado civil**

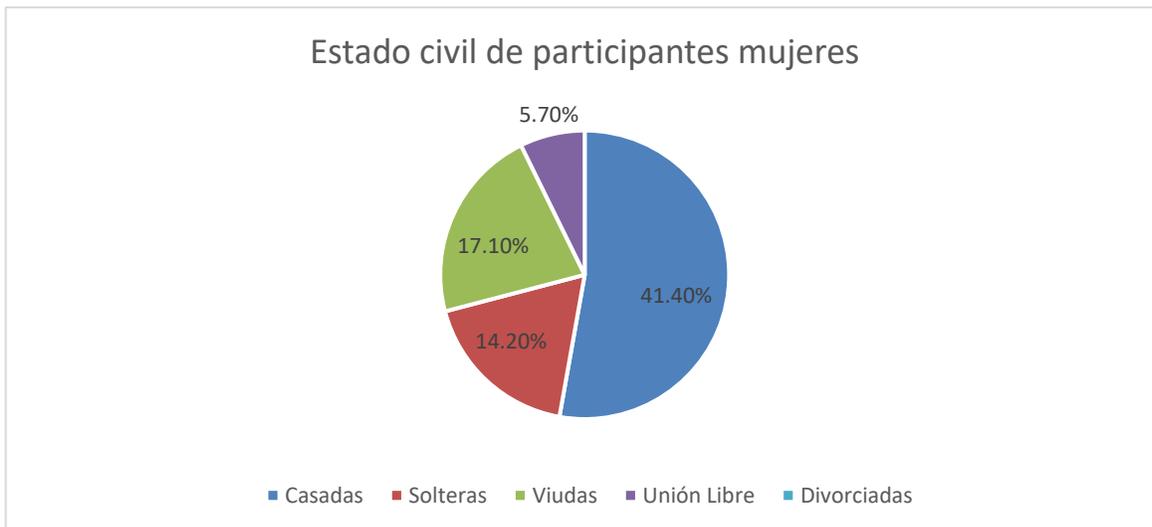
El 64.7% (n=11) de los participantes hombres eran casados, el 23.5% (n=4) solteros, por último, el 5.8% (n=1) era viudo al igual que el 5.8% (n=1) restante vivía en unión libre.

**Gráfico 3: Estado civil de participantes hombres**



En el caso de las mujeres el 41.4% (n=29) eran casadas, mientras que el 21.4% (n=15) eran divorciadas, el 17.1% (n=12) estaban solteras, el 14.2% (n=10) eran viudas, por último, el 5.7% (n=4) vivían en unión libre.

**Gráfico 4: Estado civil de participantes mujeres**

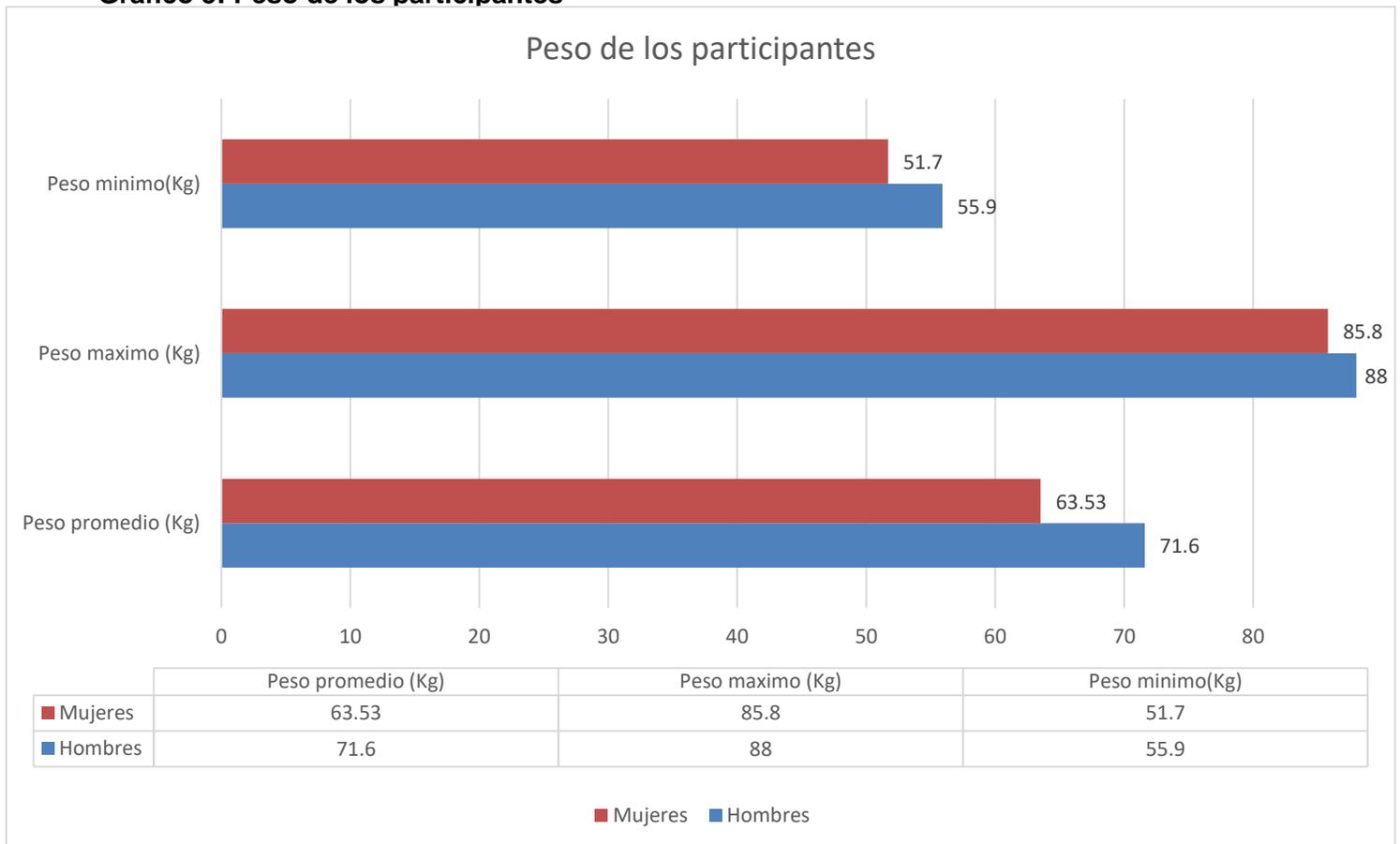


## Mediciones Antropométricas

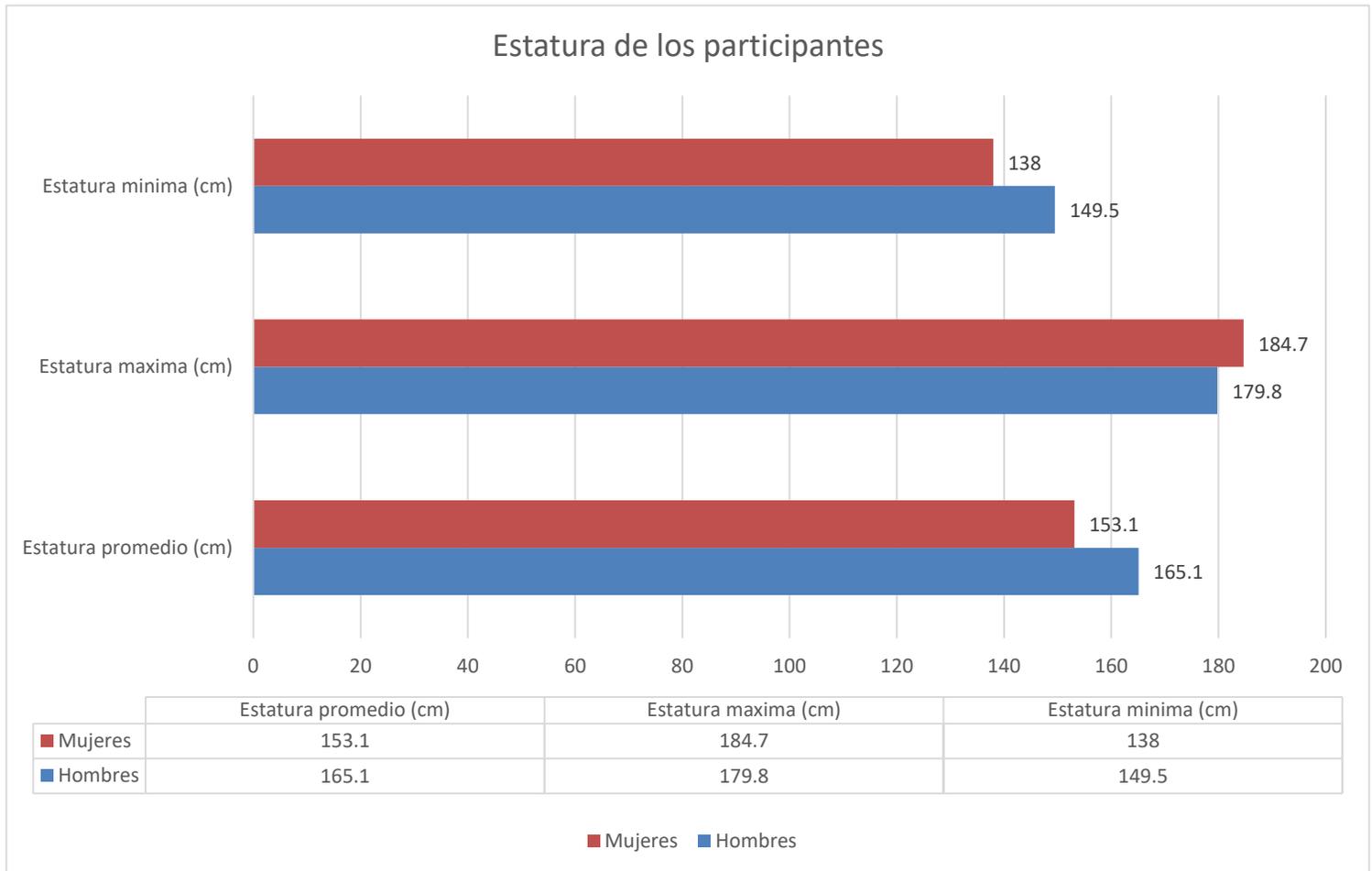
Los valores promedio del peso de los participantes fueron de 63.53 kg en el caso de las mujeres, con un peso máximo de 85.8 kg y mínimo de 51.7kg, en el caso de los hombres, el peso promedio fue de 71.6 kg, con un peso máximo de 88 kg y un mínimo de 55.9 kg.

Los valores promedio de estatura fueron de 153.1 cm en mujeres con una estatura máxima de 184.7 cm y mínima de 138 cm, en el caso de los participantes hombres, la estatura promedio fue de 165.1 cm, con una estatura máxima de 179.8 cm y mínima de 149.5 cm.

**Gráfico 5: Peso de los participantes**

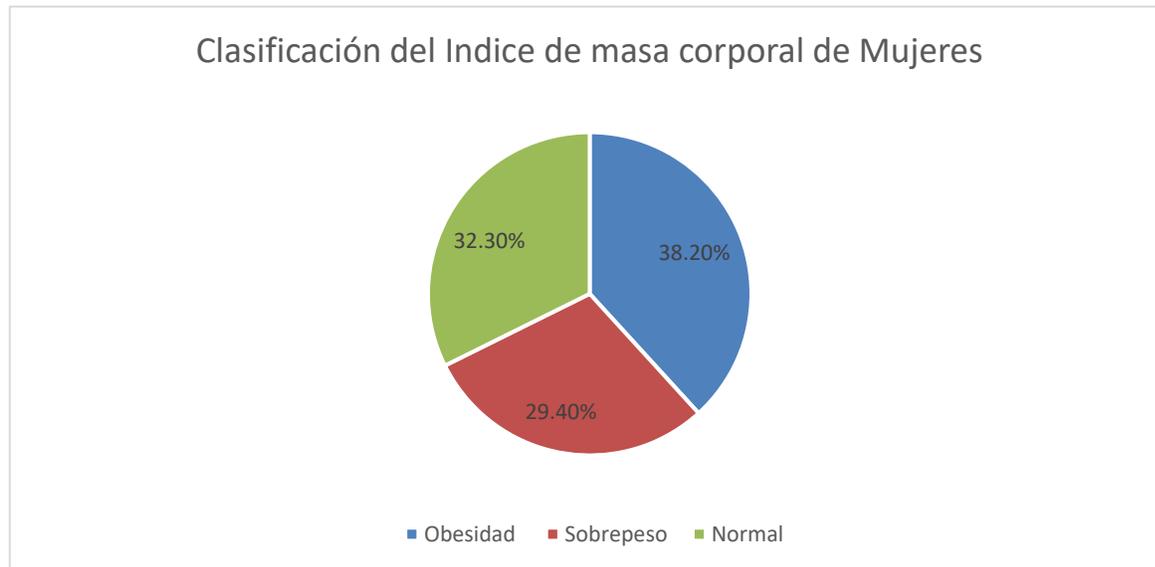


**Gráfico 6: Estatura de los participantes**



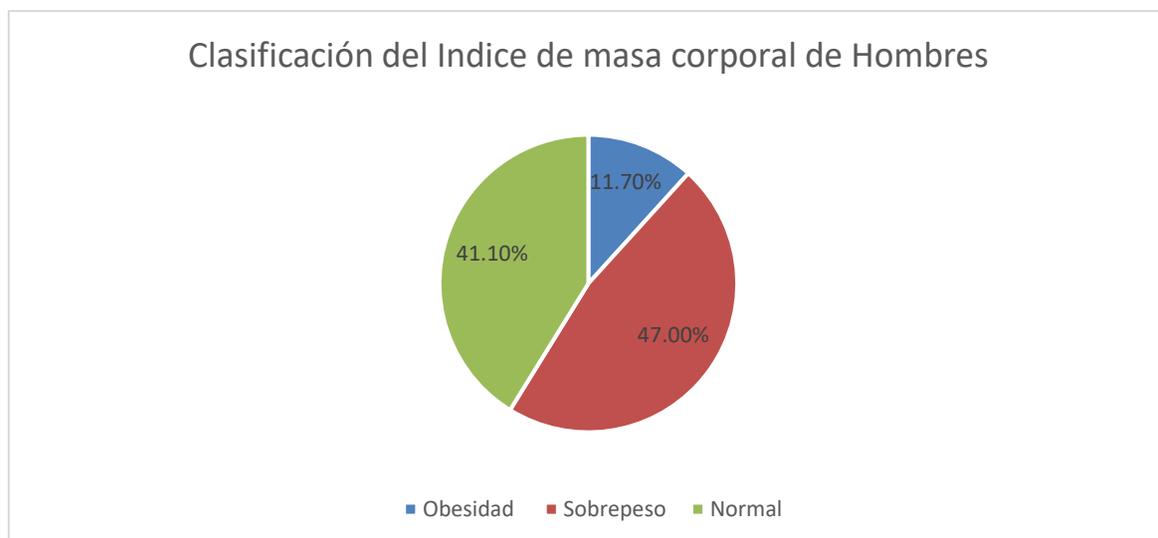
De acuerdo con las clasificaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 38.2% (n=27) de las mujeres se clasifico con obesidad, el 29.4% (n=21) se clasifico con sobrepeso y el 32.3% (n=23) restante presento un índice de masa corporal (IMC) clasificado como normal, por lo tanto, el promedio total fue de  $27.5 \text{ kg/m}^2 \pm 4.3$ , en el caso de las mujeres.

### Gráfico 7: Clasificación del índice de masa corporal de Mujeres



En el caso de los hombres, el 11.7% (n=2) se clasificó con obesidad, mientras que el 47% (n=8) se clasificó con sobrepeso, por último, el 41.1% (n=8) se le clasificó con un índice de masa corporal (IMC) normal, por lo tanto, el promedio total fue de  $26.2 \text{ kg/m}^2 \pm 2.7$  en el caso de los participantes hombres.

### Gráfico 8: Clasificación del índice de masa corporal de Hombres



## Mediciones de fuerza

### Fuerza de presión manual

El promedio de fuerza de presión manual en el caso de las participantes mujeres fue de 20.1 kg  $\pm$  4.4 con un máximo de 40 kg y un mínimo de 6 kg, clasificando a el 98.5% (n=66) con una fuerza de presión manual disminuida mientras que al 1.4% (n=1) restante clasificada con una fuerza de presión manual normal, por otro lado, el promedio de fuerza de presión manual en hombres fue de 28.9 kg  $\pm$  6.6 con máximo de 37 kg y un mínimo de 8 kg, clasificando a el 41.1% (n=7) con una fuerza de presión manual disminuida mientras que al 58.8% (n=10) restante se le clasifico con una fuerza de presión manual normal.

**Tabla 3: Clasificación de la fuerza de presión manual por sexo**

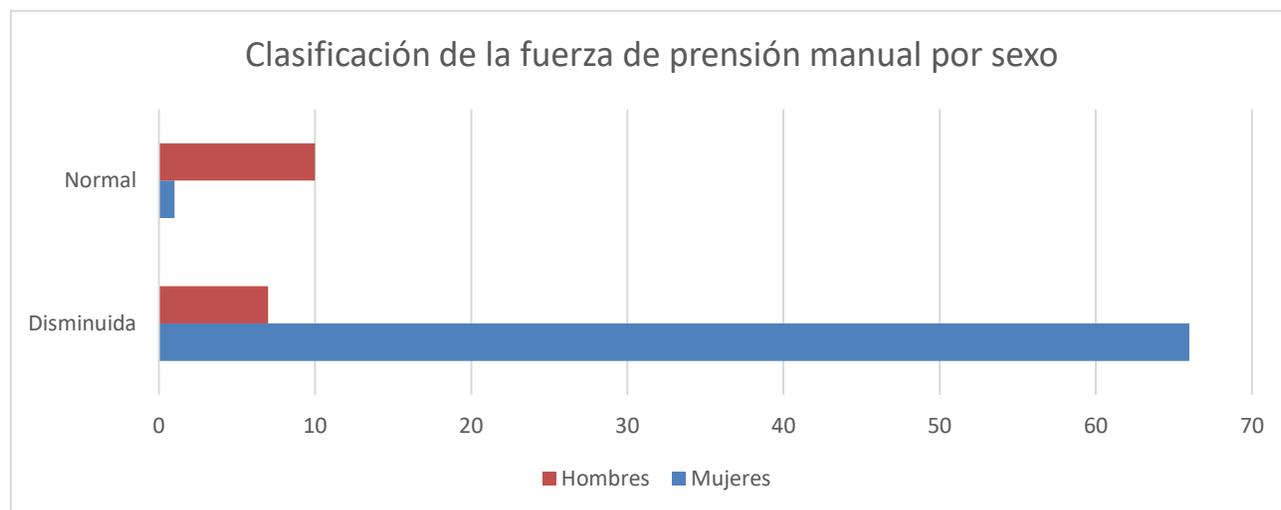
**Mujeres: 20.1 kg  $\pm$  4.4      Max: 40 kg Min: 6 kg**

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| <b>Disminuida</b> | <b>98.5% (n=66)</b> |
| <b>Normal</b>     | <b>1.4% (n=1)</b>   |

**Hombres: 28.9 kg  $\pm$  6.6      Max:37 Kg Min: 8 Kg**

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| <b>Disminuida</b> | <b>41.1% (n=7)</b> |
| <b>Normal</b>     | <b>58.8 (n=10)</b> |

**Gráfico 9: Clasificación de la fuerza de presión manual por sexo**



### Fuerza isométrica de piernas

El promedio de fuerza isométrica de piernas en el caso de las participantes mujeres fue de 61.9 kg  $\pm$  28.7 con un máximo de 140 kg y un mínimo de 4 kg, clasificando a el 85.9% (n=61) con una fuerza isométrica normal mientras que al 14.1% (n=10) restante fue clasificada con una fuerza isométrica baja, por otro lado, el promedio de fuerza isométrica en hombres fue de 104.2 kg  $\pm$  46.1 con máximo de 195 kg y un mínimo de 30 kg, clasificando a el 72.3% (n=13) con una fuerza isométrica normal mientras que al 27.7% (n=5) restante se le clasifico con una fuerza isométrica baja.

**Tabla 4: Clasificación de la fuerza isométrica de piernas por sexo**

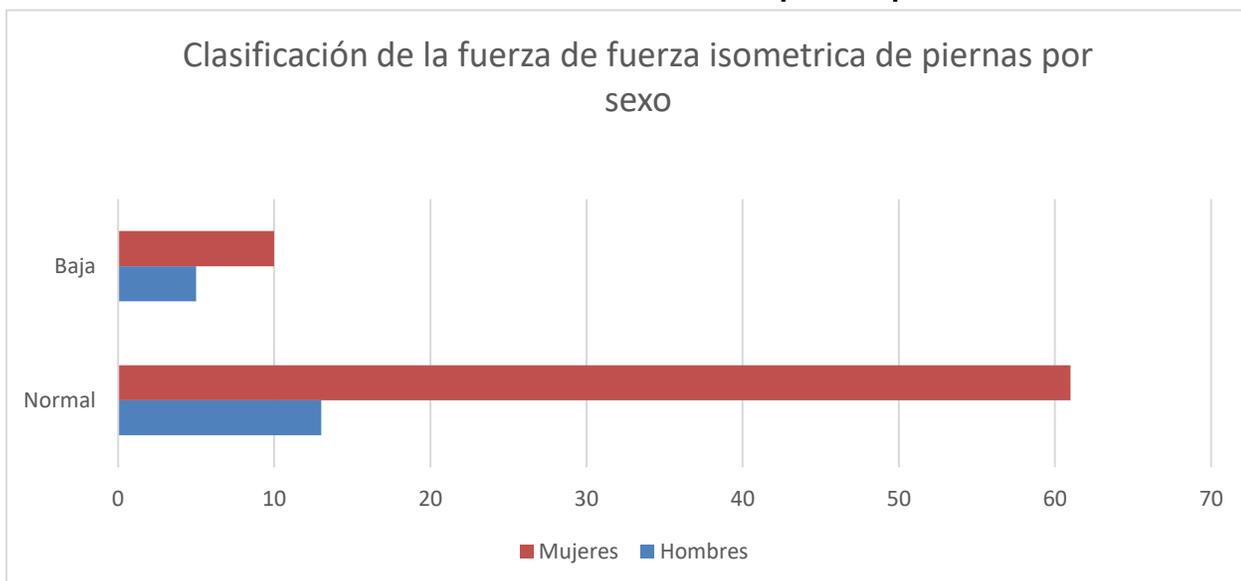
**Mujeres: 61.9 kg  $\pm$  28.7      Max: 140 kg Min: 4 kg**

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>Normal</b> | <b>85.9% (n=61)</b> |
| <b>Baja</b>   | <b>14.1% (n=10)</b> |

**Hombres: 104.2 kg  $\pm$ 46.1      Max:195 Kg Min: 30 Kg**

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>Normal</b> | <b>72.3% (n=13)</b> |
| <b>Baja</b>   | <b>27.7% (n=5)</b>  |

**Gráfico 10: Clasificación de la fuerza isométrica de piernas por sexo**



### Fuerza isométrica de hombros

El promedio de fuerza isométrica de los hombros en el caso de las participantes mujeres fue de 29.2 kg  $\pm$  12.3 con un máximo de 73 kg y un mínimo de 6 kg, clasificando a el 93% (n=66) con una fuerza isométrica normal mientras que al 7% (n=5) restante fue clasificada con una fuerza isométrica baja, por otro lado, el promedio de fuerza isométrica en hombres fue de 53.8 kg  $\pm$  20.1 con máximo de 93 kg y un mínimo de 28 kg, clasificando a el 88.2% (n=16) con una fuerza isométrica normal mientras que al 11.8% (n=2) restante se le clasifico con una fuerza isométrica baja.

**Tabla 5: Clasificación de la fuerza isométrica de hombros por sexo**

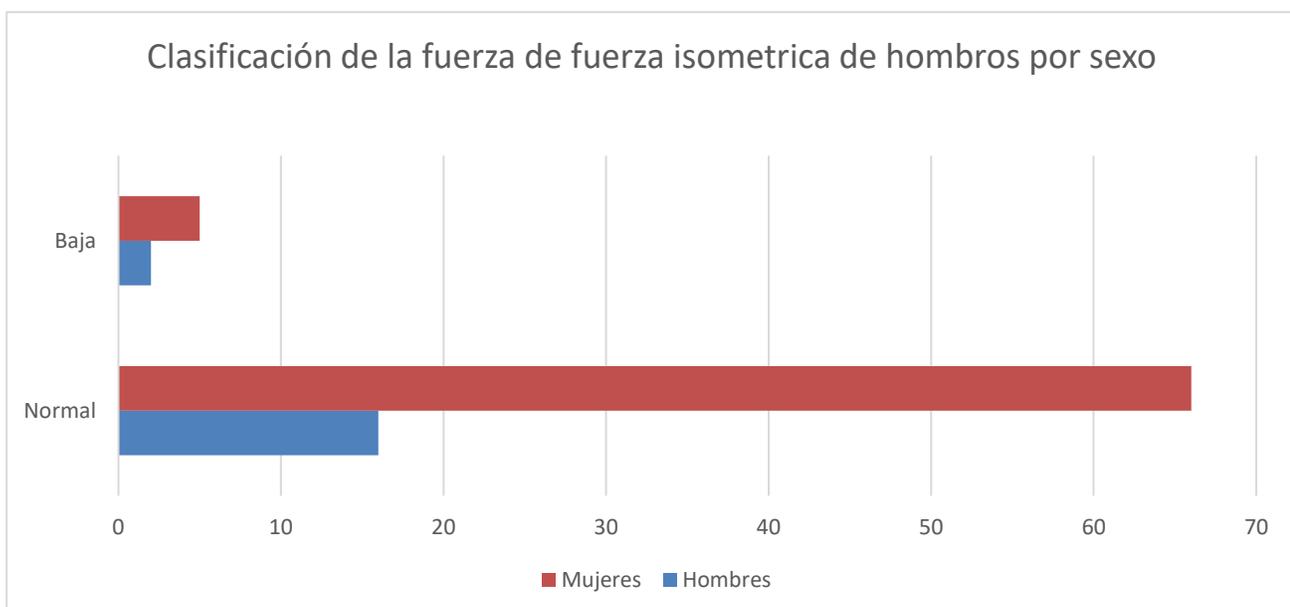
**Mujeres: 29.2 kg  $\pm$  12.3      Max: 73 kg Min: 6 kg**

|               |                   |
|---------------|-------------------|
| <b>Normal</b> | <b>93% (n=66)</b> |
| <b>Baja</b>   | <b>7% (n=5)</b>   |

**Hombres: 53.8 kg  $\pm$  20.1      Max:93 Kg Min: 28 Kg**

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>Normal</b> | <b>88.2% (n=16)</b> |
| <b>Baja</b>   | <b>11.8% (n=2)</b>  |

**Gráfico 11: Clasificación de la fuerza isométrica de hombros por sexo**



### Fuerza isométrica de brazos

El promedio de fuerza isométrica de los brazos en el caso de las participantes mujeres fue de 26.6 kg  $\pm$  8.6 con un máximo de 56 kg y un mínimo de 7 kg, clasificando a el 77.5% (n=55) con una fuerza isométrica normal mientras que al 22.5% (n=16) restante fue clasificada con una fuerza isométrica baja, por otro lado, el promedio de fuerza isométrica de brazos en hombres fue de 52 kg  $\pm$  14.2 con máximo de 71 kg y un mínimo de 30 kg, clasificando a el 88.9% (n=16) con una fuerza isométrica normal mientras que al 11.1% (n=2) restante se le clasifico con una fuerza isométrica baja.

**Tabla 6: Clasificación de la fuerza isométrica de brazos por sexo**

**Mujeres: 26.6 kg  $\pm$  8.6      Max: 56 kg Min: 7 kg**

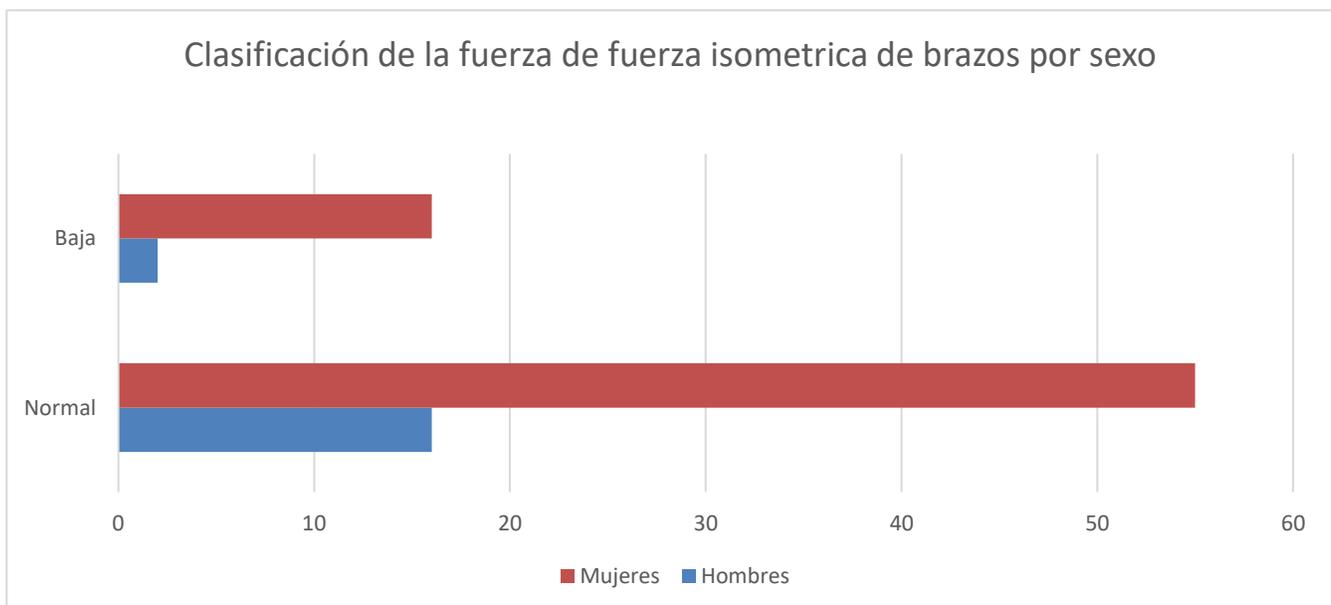
|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>Normal</b> | <b>77.5% (n=55)</b> |
| <b>Baja</b>   | <b>22.5% (n=16)</b> |

**Hombres: 52 kg  $\pm$  14.2      Max:71 Kg Min: 30 Kg**

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>Normal</b> | <b>88.9% (n=16)</b> |
| <b>Baja</b>   | <b>11.1% (n=2)</b>  |

**Gráfico 12: Clasificación de la fuerza isométrica de brazos por sexo**

**Fuerza isométrica de torso**



El promedio de fuerza isométrica del torso en el caso de las participantes mujeres fue de 64.7 kg  $\pm$  25.4 con un máximo de 129 kg y un mínimo de 22 kg, clasificando a el 85.7% (n=61) con una fuerza isométrica normal mientras que al 14.3% (n=10) restante fue clasificada con una fuerza isométrica baja, por otro lado, el promedio de fuerza isométrica de torso en hombres fue de 112.2 kg  $\pm$  43.6 con máximo de 189 kg y un mínimo de 38 kg, clasificando a el 58.8% (n=11) con una fuerza isométrica normal mientras que al 41.2% (n=7) restante se le clasifico con una fuerza isométrica baja.

**Tabla 7: Clasificación de la fuerza isométrica de torso por sexo**

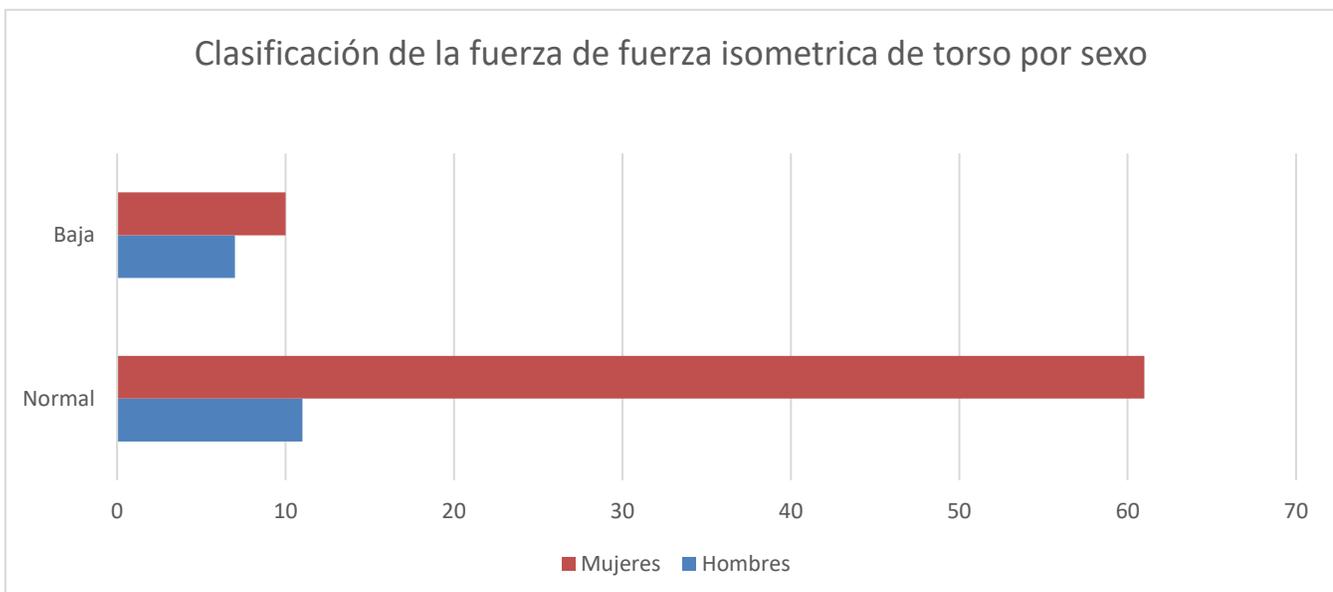
**Mujeres: 64.7 kg  $\pm$  25.4      Max: 129 kg Min: 22 kg**

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>Normal</b> | <b>85.7% (n=61)</b> |
| <b>Baja</b>   | <b>14.3% (n=10)</b> |

**Hombres: 112.2 kg  $\pm$  43.6      Max:189 Kg Min: 38 Kg**

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| <b>Normal</b> | <b>58.8% (n=11)</b> |
| <b>Baja</b>   | <b>41.2% (n=7)</b>  |

**Gráfico 13: Clasificación de la fuerza isométrica de torso por sexo**



## Mini Nutritional Assessment (MNA)

Los resultados obtenidos después de haber aplicado el cuestionario clasificaron en el caso de las mujeres al 91.1% (n=63) como individuo “bien nutrido” mientras que al 7.3% (n=6) se clasifico como individuo con “riesgo de desnutrición” y al 1.4% (n=2) restante se clasifico como individuo con “desnutrición”, en el caso de los hombres, el 94.1% (n=17) se clasifico como individuo “ bien nutrido” y al 5.8% (n=1) restante se clasifico como individuo con “riesgo de desnutrición”, en el caso de los hombres ninguno se clasificó con desnutrición.

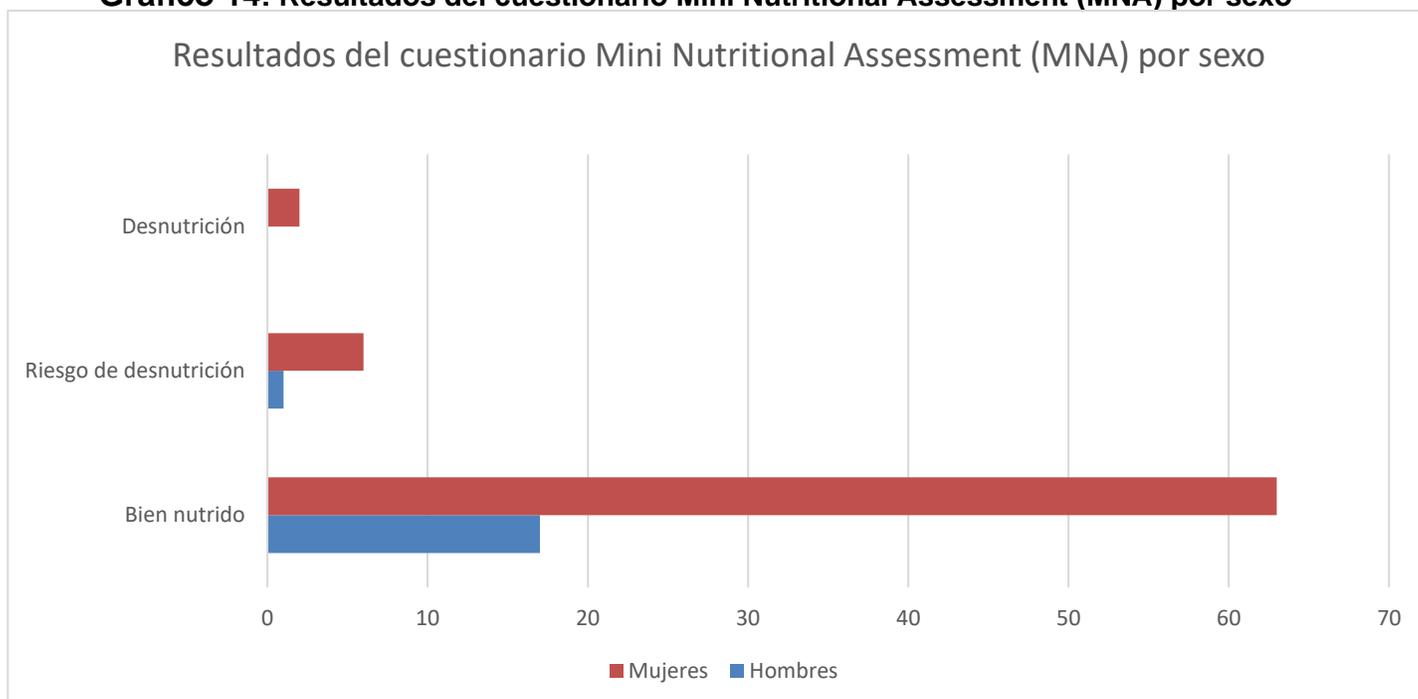
**Tabla 9: Resultados del cuestionario Mini Nutritional Assessment (MNA) por sexo**

| <b>Mujeres</b>                |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| <b>Bien nutrido</b>           | <b>91.1% (n=63)</b> |
| <b>Riesgo de desnutrición</b> | <b>7.3% (n=6)</b>   |
| <b>Desnutrición</b>           | <b>1.4% (n=2)</b>   |

| <b>Hombres</b>                |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| <b>Bien nutrido</b>           | <b>94.1% (n=17)</b> |
| <b>Riesgo de desnutrición</b> | <b>5.8% (n=1)</b>   |

**Gráfico 14: Resultados del cuestionario Mini Nutritional Assessment (MNA) por sexo**



## Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio muestran una escasa o nula relación entre la fuerza isométrica máxima de prensión manual y la fuerza isométrica máxima de los grupos musculares tanto superiores como inferiores ya que al observar los valores obtenidos al evaluar la fuerza isométrica máxima de prensión manual existe una gran prevalencia de sujetos los cuales obtuvieron una puntuación clasificada como fuerza disminuida en más del 90% en el caso de las mujeres y en más del 40% de los hombres en comparación a los resultados obtenidos utilizando el dinamómetro Lafayette donde las mujeres no superaron en más de un 25% la clasificación de baja fuerza en todas las pruebas realizadas en grupos musculares tanto superiores como inferiores.

Por otro lado, al comparar la fuerza isométrica máxima de prensión manual con el estado de nutrición corporal se puede observar una diferencia notable al comparar el porcentaje de participantes de ambos sexos que obtuvieron una clasificación de fuerza disminuida y el porcentaje de participantes mujeres y hombres los cuales obtuvieron una clasificación de desnutrición o riesgo de desnutrición, sin embargo, al comparar el estado de nutrición corporal de los participantes con las evaluaciones obtenidas de los diferentes grupos musculares de miembros tanto inferiores como superiores se puede observar una mayor relación entre la muestra ( en general) que se clasifico con una fuerza isométrica máxima normal y la cantidad de participantes los cuales estaban “bien nutridos”.

## **Conclusión**

Los valores obtenidos de los diferentes grupos musculares de miembros superiores e inferiores con el dinamómetro de cable Lafayette tuvieron una mayor asociación con el estado de nutrición en comparación a los valores obtenidos con el dinamómetro de presión manual.

Es necesario un mayor número de investigaciones las cuales puedan proporcionar tablas de referencia sobre la fuerza isométrica máxima de grupos musculares específicos y que estén relacionadas con el estado de nutrición en adultos mayores activos.



## 2. Carta de consentimiento informado

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la Investigación: VALORACIÓN DEL ESTADO DE NUTRICIÓN Y DE LA FUERZA ISOMETRICA EN ADULTOS MAYORES ACTIVOS

A través de este documento que forma parte del proceso para la obtención del consentimiento informado, me gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada: VALORACIÓN DEL ESTADO DE NUTRICIÓN Y DE LA FUERZA ISOMETRICA EN ADULTOS MAYORES DE 60 AÑOS ACTIVOS.

Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite, para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no comprenda.

Esta evaluación de fuerza tiene como objetivo evaluar la capacidad física de los adultos mayores en condiciones de vida activa.

El candidato a participar este invitado a formar parte de esta evaluación, si cumple con los criterios enlistadas a continuación:

-En los últimos 5 meses no ha presentado o presenta algún tipo de molestia articular, muscular u ósea o fracturas, esguinces, luxaciones, torceduras, etc.

Si. ( ) No ( )

- El participante "NO" realiza constantemente algún tipo de actividad física

Si. ( ) No ( )

-El participante cuenta con algún tipo de diagnóstico clínico que pudiera presentar molestias físicas posteriores a la realización de la prueba como; (artritis, osteoartritis, osteoporosis , tendinitis, síndrome del túnel carpiano, etc).

Si. ( ) No ( )

-El participante no cuenta con algún tipo de prótesis corporales o coronarias (marca pasos) con excepción de las bucales.

Si. ( )      No ( )

-El participante no presenta ningún tipo de patología relacionada al corazón o a las arterias como; (enfermedades coronarias, hipertensión o hipotensión arterial, miocarditis, arteriosclerosis, etc.).

Si. ( )      No ( )

Nota: si el participante contesto "Si" a alguno de los criterios antes expuestos, no podrá ser candidato para participar en la prueba.

Su participación consistirá en lo siguiente:

- Se evaluará la fuerza de los músculos en los brazos
- Se evaluará la fuerza de los músculos en los hombros
- Se evaluará la fuerza de los músculos en las piernas
- Se evaluará la fuerza de los músculos en la espalda

Cualquier duda, preocupación o molestia física identificada antes, durante y después de la prueba para la evaluación de fuerza o de la forma en que he sido tratado durante el transcurso de la misma, por favor comunicarla a la persona encargada de su aplicación.

Las pruebas de fuerza isométrica a evaluar están consideradas de **muy bajo riesgo** ya que durante su realización no se realiza ningún tipo de esfuerzo ni movimiento articular, además de ser aplicadas bajo los criterios necesarios para la realización de forma segura de dichas pruebas.

Si está de acuerdo en participar, le pediremos que escriba su nombre y firme el formato de Consentimiento Informado y firme al final del mismo.

#### **Aclaraciones:**

- a) Su decisión de participar en la presente Investigación es **completamente voluntaria**.
- b) Considerando el grado de complejidad de esta prueba de evaluación, las pruebas realizadas durante la evaluación de la fuerza isométrica son **bajo el propio riesgo y Consentimiento del participante**.
- c) La información obtenida en esta investigación, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad.
- d) Se le garantiza que usted recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos u otros asuntos relacionados con la presente evaluación.
- e) Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.

**FIRMA DE CONSENTIMIENTO**  
fecha: dd/mm/año. ( ) ( ) ( )

Yo, \_\_\_\_\_, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad participar en esta investigación titulada. \_\_\_\_\_

No omito manifestar que he sido informado(a) clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica esta investigación, así como de los riesgos a los que estaré expuesto ya que dicho procedimiento es considerado de "muy bajo riesgo" riesgo.

He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de \_\_\_\_\_.

**NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE**

\_\_\_\_\_

### 3. Formato de entrega de resultados



#### *Licenciatura en Nutrición Humana*

#### *“Evaluación de fuerza isométrica”*

**Nombre:**

| Diagnóstico              | bajo | normal |
|--------------------------|------|--------|
| Levantamiento de pierna  |      |        |
| Levantamiento de brazo   |      |        |
| Levantamiento de hombros |      |        |
| Tirón de torso           |      |        |
| presión manual           |      |        |

**Rangos de normalidad**

| PRUEBA                   | VARONES (Lb) | MUJERES (Lb) |
|--------------------------|--------------|--------------|
| Levantamiento de pierna  | 58-158       | 28-98        |
| Levantamiento de brazo   | 38-126       | 10-74        |
| Levantamiento de hombros | 47-178       | 13-94        |
| Tirón al torso           | 100-380      | 29-217       |
| Presión manual           | 130-336      | 38-203       |

## Bibliografía

1. OMS. Envejecimiento y salud [Internet]. Quien.int. [citado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>.
2. Esmeraldas Vélez EE, Falcones Centeno MR, Vásquez Zevallos MG, Solórzano Vélez JA. El envejecimiento del adulto mayor y sus principales características. RECIMUNDO [Internet]. 29ene.2019 [citado 28feb.2024];3(1):58-4. Available from: <https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/357>
3. Martínez Heredia N, Santaella Rodríguez E, Rodríguez-García A-M. Beneficios de la actividad física para la promoción de un envejecimiento activo en personas mayores. Revisión bibliográfica (Benefits of physical activity for the promotion of active aging in elderly. Bibliographic review). Retos [Internet]. 1 de enero de 2021 [citado 28 de febrero de 2024];39:829-34. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/74537>
4. Ramos Montegudo Ana María, Yordi García Mirtha, Miranda Ramos María de los Ángeles. El envejecimiento activo: importancia de su promoción para sociedades envejecidas. AMC [Internet]. 2016 Jun [citado 2024 Feb 27] ; 20( 3 ): 330-337. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552016000300014&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552016000300014&lng=es).
5. Arana B, García M, Cárdenas L, et al. ACTIVIDADES BÁSICAS DE LA VIDA DIARIA DE LOS ADULTOS MAYORES EN UNA INSTITUCIÓN PÚBLICA. [Internet]. Nov 2018 [citado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49536/3502.pdf>
6. Duque-Fernández LM, Ornelas-Contreras M, Benavides-Pando EV. Actividad física y su relación con el envejecimiento y la capacidad funcional: una revisión de la literatura de investigación. Psic y Sal [Internet]. 2019 [citado el 28 de febrero de 2024];30(1):45–57. Disponible en: <https://psicologiaysalud.uv.mx/index.php/psicysalud/article/view/2617>
7. M. Rosario Limón Mendizabal. "Envejecimiento activo: un cambio de paradigma sobre el envejecimiento y la vejez / Active Aging: a change of paradigm on aging and old age." Aula Abierta [Internet]. 2018 [citado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://scholar.archive.org/work/354duyuprvdrhldlauuooyeed4e>
8. Tejada Anria A, Gordón de Isaacs L. REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL CONCEPTO:: ENVEJECIMIENTO SALUDABLE. Enfoque [Internet]. 10 de junio de 2022 [citado 28 de febrero de 2024];31(27):71-90. Disponible en: <https://revistas.up.ac.pa/index.php/enfoque/article/view/2944>
9. Alvarado García Alejandra María, Salazar Maya Ángela María. Análisis del concepto de envejecimiento. Gerokomos [Internet]. 2014 Jun [citado 2024 Feb 28] ; 25( 2 ): 57-62. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-928X2014000200002&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2014000200002&lng=es). <https://dx.doi.org/10.4321/S1134-928X2014000200002>.
10. Silva Jr. et al. Envejecimiento saludable en la Región de las Américas [Internet]. Paho.org. [citado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://journal.paho.org/es/articulos/envejecimiento-saludable-region-americas-0>

11. Huenchuan S. Perspectiva regional y de derechos humanos [Internet]. Cepal.org. [citado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/431e4d95-46d9-4de6-a0a6-d41b1cb7d0b9/content>
12. Ramos Monteagudo Ana María, Yordi García Mirtha, Miranda Ramos María de los Ángeles. El envejecimiento activo: importancia de su promoción para sociedades envejecidas. AMC [Internet]. 2016 Jun [citado 2024 Feb 27]; 20( 3 ): 330-337. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552016000300014&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552016000300014&lng=es).
13. Schoenfeld B, Manso G, Alberto Muñoz Soler. Ciencia y desarrollo de la hipertrofia muscular. Boadilla Del Monte, Madrid Tutor; 2021.
14. Martini FH, Timmons MJ, Tallitsch RB. Anatomía humana (6a. ed.). Madrid: Pearson Educación; 2009.
15. García O. La fuerza: ¿una capacidad al servicio del proceso de enseñanza-aprendizaje de las habilidades motoras básicas y las habilidades deportivas específicas Jun 2010 [citado el 28 de febrero de 2024]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/336891241\\_La\\_fuerza\\_una\\_capacidad\\_al\\_servicio\\_del\\_proceso\\_de\\_enseñanza-aprendizaje\\_de\\_las\\_habilidades\\_motoras\\_basicas\\_y\\_las\\_habilidades\\_deportivas\\_especificas](https://www.researchgate.net/publication/336891241_La_fuerza_una_capacidad_al_servicio_del_proceso_de_enseñanza-aprendizaje_de_las_habilidades_motoras_basicas_y_las_habilidades_deportivas_especificas)
16. Rodríguez P. Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración [Internet]. dialnet.unirioja.es. 2002 [cited 2024 Feb 28]. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8578890>
17. Vega E. Validez y fiabilidad de diferentes protocolos de evaluación de la fuerza isométrica en la musculatura abductora de cadera con el uso de un dinamómetro electromecánico funcional usando diferentes métodos de normalización [Internet]. Semantic Scholar. 2018 [cited 2024 Feb 28]. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Validez-y-fiabilidad-de-diferentes-protocolos-de-de-Vega/f2b53b9135558c7620481f4173dcd5298602c291# citing-papers>
18. Estruch Batlle J. La Contracción isométrica: criterio médico en su aplicación deportiva. Apunts: Medicina de l'esport [Internet]. 1965 [cited 2024 Feb 28];1(5):17–20. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6488619>
19. Valoración de la fuerza isométrica máxima (FIM) de los grupos musculares flexores de cadera y extensores de rodilla, en personas sedentarias de 65 años o más [Internet]. www.efdeportes.com. Available from: <https://www.efdeportes.com/efd122/valoracion-de-la-fuerza-isometrica-maxima-en-personas-sedentarias-mayores.htm>
20. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, et al. Entrenamiento de Fuerza para Adultos Mayores - Mikel Izquierdo [Internet]. Revista de Educación Física. 2019. Available from: <https://g-se.com/entrenamiento-de-fuerza-para-adultos-mayores-2724-sa-R5d83b5cb3e1f4>
21. Luis P, García R. Prescripción de ejercicio físico para el acondicionamiento muscular [Internet]. Available from: [https://www.um.es/innova/OCW/actividad\\_fisica\\_salud/contenidos/41636f6e646963696f6e616d69656e746f5f6d757363756c61725f65737061c3b16f6c5f706564726f5f6c756973.pdf](https://www.um.es/innova/OCW/actividad_fisica_salud/contenidos/41636f6e646963696f6e616d69656e746f5f6d757363756c61725f65737061c3b16f6c5f706564726f5f6c756973.pdf)

22. Cuantificación de la fuerza. Parte práctica [Internet]. Efdeportes.com. 2014. Available from: <https://www.efdeportes.com/efd189/cuantificacion-de-la-fuerza-parte-practica.htm>
23. OMS. Actividad física. 'Actividad física y su relación con el envejecimiento y la capacidad funcional: una revisión de la literatura de investigación [Internet]. www.who.int. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20actividad%20f%C3%ADsica>
24. Duque-Fernández, L.M., Ornelas-Contreras, M. and Benavides-Pando, E.V. [Internet]. go.gale.com.2020. [cited 2024 Feb 28]. Available from: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA628052332&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=14051109&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7Ec65e287f&aty=open-web-entry>
25. Heredia NM, Rodríguez ES, García AMR. Beneficios de la actividad física para la promoción de un envejecimiento activo en personas mayores: revisión bibliográfica. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación [Internet]. 2021;(39):829–34. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7586487>
26. Padilla Colón Carlos J., Sánchez Collado Pilar, Cuevas María José. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Nutr. Hosp. [Internet]. 2014 Mayo [citado 2024 Feb 28]; 29( 5 ): 979-988. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112014000500004&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014000500004&lng=es). <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.5.7313>.
27. La condición física. Evolución histórica de este concepto [Internet]. Efdeportes.com. 2012. Available from: <https://www.efdeportes.com/efd170/la-condicion-fisica-evolucion-historica.htm>
28. Sáez Moreno Miguel Ángel, Jiménez Lorenzo Rubén, Lueso Moreno Manuel, García Atienza Eva María, Castaño Marta, López Torres Hidalgo Jesús. Dinapenia y función musculoesquelética en los pacientes mayores de 65 años. Rev Clin Med Fam [Internet]. 2018 Feb [citado 2024 Feb 28]; 11( 1 ): 8-14. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-695X2018000100008&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2018000100008&lng=es).
29. Guigoz Y, Vellas B. Nutritional Assessment in Older Adults : MNA® 25 years of a Screening Tool and a Reference Standard for Care and Research; What Next? J Nutr Health Aging. 2021;25(4):528-583. doi: 10.1007/s12603-021-1601-y. PMID: 33786572.
30. Olaso S, Gómez J, Beltrán JV, Depano Á. Valoración de la fuerza isométrica máxima (FIM) de los grupos musculares flexores de cadera y extensores de rodilla, en personas sedentarias de 65 años o más. Educación Física y Deportes [Internet]. Julio de 2008 [consultado el 7 de noviembre de 2022]:122. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd122/valoracion-de-la-fuerza-isometrica-maxima-en-personas-sedentarias-mayores.htm>
31. Poblete V. F, Flores R. C, Abad C. A, , Díaz S. E. FUNCIONALIDAD, FUERZA Y CALIDAD DE VIDA EN ADULTOS MAYORES ACTIVOS DE VALDIVIA. Revista Ciencias de la Actividad Física [Internet]. 2015;16(1):45-52. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=525652730005>
32. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised

European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48:16-31. doi: 10.1093/ageing/afy169

33. Barbosa J, Rodríguez N, Hernández Y, Hernández R, Herrera H. Masa muscular, fuerza muscular y otros componentes de funcionalidad en adultos mayores institucionalizados de la Gran Caracas-Venezuela. *Nutrición Hospitalaria* [Internet]. 2007 [consultado el 7 de noviembre de 2022];22(5). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309226719011>.
34. Martínez E. EVALUACIÓN DE LA FUERZA ISOMÉTRICA MÁXIMA PODAL EN ADOLESCENTES DE SANTANDER [Tesis doctoral]. [Cantabria]: Universidad de Cantabria; [consultado el 7 de noviembre de 2022]. Disponible en: [https://repositorio2.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1252/MartinezOrtiz\\_E.pdf?sequence=1](https://repositorio2.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/1252/MartinezOrtiz_E.pdf?sequence=1)
35. Jackson AS, Lafayette. CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO Y CAPACIDAD FUNCIONAL SISTEMA DE EVALUACIÓN [Internet]., editor. limef.com. 2001 [consultado el 7 de noviembre de 2022]. 200 p. Disponible en: <http://www.limef.com/Downloads/PWCmanualColor.pdf>.
36. Cerda E. Validez y Fiabilidad de diferentes protocolos de fuerza isométrica en la musculatura abductora de cadera con el uso de un dinamómetro electromecánico funcional utilizando diferentes métodos de normalización [Tesis doctoral en Internet]. Granada: Universidad de Granada; 2018 [consultado el 7 de noviembre de 2022]. 200 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10481/54437>.
37. Da Silva Jr. JB, Rowe JW, Jauregui JR. Envejecimiento saludable en la Región de las Américas. *Rev Panam Salud Publica*. 2021 [consultado el 10 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/54753/v45e1252021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
38. Leahy S, Cassarino M, O'Connell MD, Glynn L, Galvin R. Dynapaenic obesity and its association with health outcomes in older adult populations: protocol for a systematic review. *BMJ Open*. 2019 May 24;9(5):e027728. doi: 10.1136/bmjopen-2018-027728.
39. Patrizio E, Calvani R, Marzetti E, Cesari M. Physical Functional Assessment in Older Adults. *J Frailty Aging*. 2021;10(2):141-149. doi: 10.14283/jfa.2020.61. PMID: 33575703.
40. Rosa A. Metodología de entrenamiento de la fuerza [Internet]. Efdportes.com. 2013. Available from: <https://www.efdeportes.com/efd186/metodologia-de-entrenamiento-de-la-fuerza.htm>
41. Guterman T. Generalidades del "HIT" aplicado a esfuerzos cardiovasculares en los programas de salud y fitness [Internet]. www.efdeportes.com. [cited 2024 Mar 6]. Available from: <https://www.efdeportes.com/efd183/hit-aplicado-a-esfuerzos-cardiovasculares.htm>
42. Bompa TO, Assumpta Enseñat Sole, Blanco A. Periodización : teoría y metodología del entrenamiento. Barcelona: Hispano Europea; 2003.
43. Bonnefoy M, Jauffret M, Kostka T, Jusot JF. Usefulness of calf circumference measurement in assessing the nutritional state of hospitalized elderly people. *Gerontology*. 2002;48:162.
44. Eveleth PB, Andres R, Chumlea WC, et al. Uses and interpretation of anthropometry in the elderly for the assessment of physical status. Report to the nutrition unit of the World Health Association: The expert subcommittee on the uses and interpretation of anthropometry in the elderly. *J Nutr Health and Aging*. 1998;2:5-17.

