

**BENEFICIOS QUE REPORTAN LOS EJERCICIOS DE FUERZA PARA  
ATENUAR LOS EFECTOS DE LA SARCOPENIA EN LA POBLACIÓN ADULTA  
MAYOR PERTENECIENTE AL GRUPO EXTENSIVO DE LA UNIVERSIDAD DE  
CÓRDOBA EN EL BARRIO MOCARÍ EN MONTERÍA**



**AUTOR  
ORPIN DANIEL ROJAS ROQUEME**

**DIRECTOR  
MAGISTER. SILVIO RAFAEL VILLERA CORONADO**

**UNIVERSIDAD DE CORDOBA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA  
MONTERIA – CORDOBA  
2021**

**NORMAS DE PRESENTACIÓN A UTILIZAR**

- **Formato cuerpo del trabajo:** ICONTEC (Hoja tamaño, tipo, color y tamaño de letra, color de hoja; márgenes, interlineado en el cuerpo del texto y en figuras y tablas; títulos y subtítulos ubicación, letras mayúsculas/minúsculas; paginación, especificaciones para tablas/cuadros, gráficas/figuras; preliminares).

- **Formato uso de referencias:** Vancouver actualizado (forma de hacer la cita en el texto es al final del párrafo, referencia por número de autores y siguiendo el esquema por tipo de fuente bibliográfica). Referencias discontinuas separadas por comas: (4, 6, 9) y para referencias continuas número inicial y final separados por guion: (1- 5); para situaciones mixtas se combina según el caso (1,3, 5-9, 10, 11)

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>-- 8</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>-- 9</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>--10</b>
<b>1 OBJETIVOS</b>	<b>-- 13</b>
<b>1.1 general</b>	<b>-- 13</b>
<b>1.2 específicos</b>	<b>-- 13</b>
<b>2 MARCO REFERENCIAL</b>	<b>-- 14</b>
<b>2.1 Marco histórico y antecedentes histórico legales</b>	<b>-- 14</b>
<b>2.1.1 Marco histórico</b>	<b>-- 14</b>
<b>2.1.2 Antecedentes históricos legales</b>	<b>-- 17</b>
<b>2.2 Marco conceptual</b>	<b>-- 19</b>
<b>2.2.1 Actividad física</b>	<b>-- 20</b>
<b>2.2.2 Adulto mayor</b>	<b>-- 21</b>
<b>2.2.3 Envejecimiento</b>	<b>-- 22</b>
<b>2.2.4 Ejercicio físico</b>	<b>-- 22</b>
<b>2.2.5 Ejercicios de fuerza</b>	<b>-- 23</b>
<b>2.2.6 Nivel músculo-esquelético</b>	<b>-- 24</b>
<b>2.2.7 Sarcopenia</b>	<b>-- 24</b>
<b>2.2.8 Salud pública</b>	<b>-- 27</b>

<b>2.3 MARCO TEÓRICO</b>	<b>-- 31</b>
2.3.1 Teorías biológicas relacionadas con el envejecimiento	-- 31
2.3.2 El proceso de envejecimiento en los diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano.	-- 35
2.3.3 Sarcopenia: definición, causas y consecuencias	-- 39
2.3.4 Diagnóstico y tratamiento de la sarcopenia	-- 50
2.3.4.1 Relación entre ejercicio físico y sarcopenia	-- 53
2.3.4.2 El entrenamiento con ejercicios de fuerza.	-- 54
2.3.4.3 Entrenamiento de fuerza en personas mayores y sus beneficios	-- 56
2.3.4.4 Recomendaciones previas para realizar un programa de ejercicios físicos de fuerza en la población adulta mayor.	-- 59
2.4 Marco legal	-- 60
2.5 Antecedentes investigativos	-- 64
2.6 Marco contextual	-- 69
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>-- 73</b>
3.1 Tipo de estudio	-- 73
3.2 Contexto de estudio	-- 74
3.3 Población	-- 75
3.3.1 Criterios de inclusión	-- 75
3.3.2 Criterios de exclusión	-- 75
3.4 Muestra	-- 76
3.5 Unidad de análisis	-- 77
3.6 Proceso del estudio	-- 77

<b>3.7 Materiales y métodos</b>	<b>-- 79</b>
<b>3.8 Procesos estadísticos</b>	<b>-- 80</b>
<b>3.9 Análisis de datos</b>	<b>-- 81</b>
<b>3.10 Presentación de la información</b>	<b>-- 89</b>
<b>3.11 Resultados</b>	<b>-- 89</b>
<b>3.12 Aspectos de propiedad intelectual y derechos de autor</b>	<b>-- 91</b>
<b>3.13 Discusión</b>	<b>-- 92</b>
<b>3.14 Conclusión</b>	<b>-- 94</b>
<b>3.15 Recomendaciones</b>	<b>-- 96</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>-- 98</b>
<b>Anexos</b>	<b>-- 106</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Estadios conceptuales de la sarcopenia según el EWGSOP	-- pag 41
Tabla 2. Valor poblacional del estudio (barrio mocari).	-- pag 77
Tabla 3. Datos demográficos	-- pag 81
Tabla 4. Exploración de la fuerza de los participantes por semana	-- pag 82
Tabla 5. Exploración de las M, de los participantes por semana	-- pag 86

## Indice de ilustraciones

Figura # 1 Mapa Monteria, Departamento de Corodoba, Colombia	-- pag 71
Figura # 2 Mapa Barrio Mocari, Monteria, Departamento de Corodoba, Colombia -	-- pag 74
Figura # 3. Distribución del sexo en los participantes en el estudio	-- Pag 81
Figura # 4. Distribución de la edad de los participantes en el estudio	-- Pag 83
Figura # 5. Distribucion de fuerza por semana	-- pag 84
Figura # 6. Comparacion de evolucion de fuerza en ambos sexos	-- pag 85
Figura #7. Distribucion de participantes según numero de repeticiones	-- pag 87
Figura #8. Evolucion del numero repeticiones	-- Pag88

## RESUMEN

Actualmente, aun se teme la práctica de ejercicio físico en adultos mayores, por miedo a que se lesionen, pese a haberse comprobado, que su realización adecuada previene los síntomas asociados a la Sarcopenia, como síndrome geriátrico que afecta la función músculo esquelética. Así, la presente investigación titulada: "Beneficios que reportan los ejercicios de fuerza, para atenuar los efectos de la Sarcopenia en la Población adulta mayor", tuvo como objetivo principal determinar los beneficios de los ejercicios de fuerza, en el retraso de los síntomas de la Sarcopenia, en un grupo de personas mayores de la ciudad de Montería. La búsqueda de información incluyó investigaciones realizadas en los últimos diez años, por diferentes, autores sobre la problemática analizada bajo los predictores: Sarcopenia, adulto mayor y ejercicios de fuerza. La metodología se basó en un estudio de tipo cuasi experimental, con un enfoque cuantitativo, mientras que para la recolección de datos se realizó un pretest basado en la variable de fuerza prensil, en masa muscular y rendimiento funcional, se utilizó una muestra de 36 adultos mayores de 60 años, seleccionados de forma aleatoria y de acuerdo a los criterios de inclusión establecidos por el EWGSOP. El análisis de los resultados mostró una mejora significativa a nivel funcional y músculo esquelético, primeramente, en los hombres, a partir de la sexta semana, y luego en las mujeres en la octava semana, finalmente se concluyó la viabilidad de los ejercicios de fuerza para atenuar los síntomas de Sarcopenia en la población adulta mayor.

## **Abstract**

Currently, the practice of physical exercise in older adults is still feared, for fear of injury, despite having proven that its proper performance prevents the symptoms associated with Sarcopenia, such as geriatric syndrome that affects skeletal muscle function. Thus, the present investigation entitled: "Benefits reported by strength exercises, to attenuate the effects of Sarcopenia in the elderly population", had as main objective to determine the benefits of strength exercises, in the delay of symptoms of Sarcopenia, in a group of elderly people from the city of Montería. The search for information included research carried out in the last ten years, by different authors, on the problem analyzed under the predictors: Sarcopenia, older adults and strength exercises. The methodology was based on a quasi-experimental study, with a quantitative approach, while for data collection a pretest was carried out based on the variable of prehensile strength, muscle mass and functional performance, a sample of 36 adults was used. older than 60 years, selected randomly and according to the inclusion criteria established by the EWGSOP. The analysis of the results showed a significant improvement at the functional level and skeletal muscle, firstly, in men, from the sixth week, and then in women in the eighth week, the feasibility of strength exercises to attenuate the symptoms of Sarcopenia in the elderly population was finally concluded.

### **keywords:**

Sarcopenia, older adult, strength exercise, musculoskeletal condition

## INTRODUCCIÓN

Las proyecciones de la población mayor en el mundo establecen que entre 2015 y 2050 el grupo etario mayor de 60 años se duplicará pasando del 12% al 22%, en razón que las pautas de envejecimiento asumen un comportamiento mucho más rápido que en décadas pasadas. Asimismo, se prevé que cerca del 80% de las personas mayores tendrán su lugar de residencia en los países de bajos y medianos ingresos (1). Colombia es uno de los países del mundo que cumple con este criterio, estimándose que existen 6.808.641 de adultos mayores con una distribución entre hombres (45%) y mujeres (55%); y en lo que respecta al Departamento de Córdoba se estima que 12.8% de su población total responden a esta categoría (2).

El cambio demográfico implica que los Estados enfrenten desafíos para garantizar la asistencia social y sanitaria de este grupo etario, en especial todo lo relacionado con el fomento de los estilos de vida saludables y la práctica regular de ejercicio físico; de ahí que se vienen implementando estrategias de promoción y mantenimiento de la salud con la perspectiva de mejorar su calidad de vida. Pese a lo anterior, una gran cantidad de adultos mayores no realizan ejercicio físico de manera regular, ya sea por circunstancias inherentes a sus condiciones de biológicas o bien por ideas culturalmente arraigadas que conectan la actividad física con lesiones y peligros a esa edad, generando oportunidades para la aparición de enfermedades (3).

La sarcopenia, es una de esas enfermedades que comienza a manifestarse de forma progresiva a partir de los cincuenta años, causando la pérdida de la capacidad funcional e incluso en actividades básicas como subir escaleras o levantarse de una silla, rasgos comunes en la población de la tercera edad. Por

ello, la promoción del ejercicio físico se expresa como uno de los tratamientos que contribuye a contrarrestar los síntomas de la sarcopenia, siempre y cuando se desarrollen con los protocolos establecidos (4), así como también se le reconoce su importancia para frenar el proceso de envejecimiento y contribuir con el mantenimiento de la independencia motora (5).

Es de interés mencionar que la sarcopenia produce impactos a nivel musculoesquelético que se expresan por la pérdida de la masa muscular y la densidad ósea, que paralelo al envejecimiento fisiológico y bioquímico del cuerpo exponen a las personas mayores a un mayor riesgo de caídas, fracturas y hospitalizaciones (5). Afortunadamente muchas investigaciones actuales demuestran que aquellos entrenamientos físicos basados en la utilización de la fuerza, proporcionan a los practicantes una incidencia positiva tanto en la resistencia aeróbica, como en la fuerza muscular, debido a la utilización de la resistencia que se produce mediante las contracciones musculares, obteniéndose beneficios funcionales que inciden en la salud y el bienestar general de los individuos, e incluso en la prevención de algunas enfermedades.

A partir de estas reflexiones es válido preguntarse: ¿Qué beneficios producirán los ejercicios de fuerza, como atenuante para los síntomas de la Sarcopenia, en un grupo de adultos mayores de Montería Córdoba?

En este orden de ideas, se resalta la importancia sobre la salud de las personas mayores implicados en el presente trabajo, puesto que la intervención con los ejercicios de fuerza a partir del establecimiento de un protocolo y bajo las recomendaciones previas sobre este tipo de población pueden repercutir positivamente en la función músculo-esquelético (6). Cabe mencionar que, los ejercicios de fuerza constituyen un factor clave dentro del conjunto de actividades relacionadas con el ejercicio físico en las personas de la tercera edad; por ello, los

resultados de esta investigación aportarán herramientas teóricas y metodológicas que amplíen el conocimiento sobre esta temática.

De igual manera, se destaca la aplicabilidad e importancia de este proyecto de investigación a gran escala en el Departamento de Córdoba, aportando al mismo tiempo a la línea de investigación en Salud de la universidad de Córdoba y en relación directa con la salud pública, a través de la promoción y mantenimiento de hábitos y estilos de vida saludable.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. GENERAL**

Determinar los beneficios de los ejercicios de fuerza en el retraso de los síntomas de la sarcopenia en un grupo de personas mayores de la ciudad de Montería, Córdoba.

### **1.2 ESPECÍFICOS**

- Identificar la condición física inicial de los adultos mayores participantes, dentro del nivel funcional musculoesquelético, a partir de los rangos prescritos por el Consenso Europeo sobre la sarcopenia.
  
- Aplicar el test de fuerza prensil a los adultos mayores en un periodo de 12 semanas con el uso del dinamómetro de mano
  
- Medir el impacto de los ejercicios de fuerza sobre la dinamometría de mano en adultos mayores.
  
- Comparar el impacto de los ejercicios de fuerza en el retraso de la progresión de la sarcopenia de las personas mayores mediante la aplicación de un pre test y un test final de fuerza.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

Este capítulo presenta información relacionada con los antecedentes históricos, marco conceptual, teórico, legal de la presente investigación, el cual se ha estructurado de la siguiente manera:

El primer marco corresponde a la trayectoria histórica que presentará una panorámica general relacionada con el proceso o etapas del envejecimiento a través de las diferentes civilizaciones de la historia humana. Luego se hallan los antecedentes históricos legales, que describen las diferentes disposiciones legales llevadas a cabo por diferentes instituciones y organismos a nivel internacional, acerca del tema de la salud y su relación con el tema del envejecimiento.

Con respecto marco conceptual, con las definiciones y explicaciones de las principales palabras y expresiones que contribuyen a una mejor comprensión del tema investigado. Posteriormente los antecedentes investigativos más importantes relacionados con la temática se presentarán según el nivel internacional, nacional y local, y finalmente el marco teórico, este se estructura a través de diferentes temas y subtemas, El marco legal, que contempla toda la normatividad colombiana vigente con relación al envejecimiento.

### **2.1 MARCO HISTÓRICO Y ANTECEDENTES HISTÓRICO LEGALES**

#### **2.1.1 Marco histórico**

El fenómeno del envejecimiento desde sus diferentes puntos de vista, ha estado asociado a la diada ancianidad-enfermedad, dando lugar a una concepción que se ha mantenido hasta hoy día, sobre el hecho que la vejez está asociada

intrínsecamente con la enfermedad. Por lo que hablar de vejez sería equivalente a hablar de enfermedades (2).

Uno de los registros más antiguos sobre el tema de la vejez, corresponde a la narración de un escriba egipcio llamado Ptah-hotep, visir del Faraón Tzez, de la dinastía V, alrededor del año 2450 A.C, quien lamentándose de su vejez menciona: “¡Qué penoso es el fin de un viejo!, se va debilitando cada día, su vista disminuye, sus oídos se vuelven sordos; su poder disminuye; su corazón ya no descansa; su boca se vuelve silenciosa y no habla. Sus facultades intelectuales disminuyen, y le resulta imposible acordarse hoy de lo que sucedió ayer (...), la vejez es la peor de las desgracias que puede afligir a un hombre” (2). Esta descripción antigua deja ver entonces, la profunda relación establecida desde hace mucho tiempo entre vejez y enfermedad.

Por otra parte, se destaca como uno de los momentos de mayor esplendor para las personas mayores el periodo prehistórico donde aún gozaban de un alto grado de respeto y consideración por parte de los demás miembros de la tribu, debido a que eran consideradas como las depositarias del saber y la memoria que los conectaba con los ancestros, constituyéndolos incluso en intermediarios entre este mundo y el otro. Llegando a adoptar papeles como brujos, chamanes, labores de sanación, e incluso educadores (7).

La categoría vejez en la antigua Grecia, cuna de la civilización occidental, se construyó a partir del desplazamiento del viejo a una situación fútil, lo cual se puede evidenciar en la propia mitología griega cuando los dioses no expresaron emociones significativas hacia los ancianos. Esto obedeció a la adoración de los dioses por la belleza, por ello la vejez con su inevitable deterioro, era una ofensa al espíritu y un motivo de mofa (5). En este sentido, analizar la percepción de la cultura griega hacia la vejez es ubicarse en un concepto con sinónimos de

desmedrado, poca valía, lo que en palabras de Minois se resume de la siguiente forma: “vejez maldita y patética de las tragedias, ridícula y repulsiva de las comedias, contradictoria y ambigua de los filósofos. Estos últimos han reflexionado sobre el misterio del envejecimiento (8).

Sin embargo, con el transcurrir de los años se va consolidando una cara opuesta a este fenómeno cuando fue en Grecia, donde por vez primera se crean instituciones de caridad preocupadas por el cuidado de los ancianos necesitados, las cuales relata Vitrusso en su obra *La Casa de Cresos*, en donde señala la forma en la que dicho hogar fue destinado por los jóvenes a aquellos habitantes de la ciudad, que, debido a su edad avanzada, merecían el privilegio de vivir en paz en un lugar llamado Gerusía (9).

En el pueblo judío los ancianos estaban involucrados en su contexto con una misión sagrada, puesto que eran considerados como portadores de un espíritu divino, de modo que, en cada ciudad, el consejo de ancianos representaba una gran influencia en los asuntos religiosos y jurídicos (7). Esta concepción se mantuvo hasta más allá del periodo de los jueces, puesto que muchos años después del exilio babilónico en el siglo V 586 A.C comienza a desfavorecerse tal concepción relacionada con los ancianos, quienes paulatinamente van perdiendo influencia política, lo cual puede verse a través del libro de *Eclesiastés*, que dice: “más vale mozo pobre y sabio, que rey viejo y necio, que no sabe ya consultar”. Por ello, puede decirse que, en el mundo hebreo el anciano ocupó un lugar privilegiado, basado en la dignidad que se le otorgaba en la Torán (7).

El papel de los viejos en la civilización romana, no podría tener una sola panorámica general por tratarse de una civilización heterogénea y de larga duración; sin embargo, como aspecto a resaltar se tiene que, el trato con el grupo de la tercera edad presenta algunas características particulares como el hecho

que existía un mayor número de ancianos varones que de ancianas como consecuencia de las muertes maternas postparto (7), lo cual condujo a matrimonios frecuentes entre viejos con mujeres jóvenes. Asimismo, se resalta que la época dorada para los ancianos en Roma ocurrió durante la República, pero no duró mucho puesto que, a partir del siglo I A.C, ocurrió un periodo inestable que cambió los valores tradicionales.

A partir de este momento inicia una nueva época donde resplandecen la economía y las artes, al mismo tiempo que, la jerarquía de los ancianos comienza a perder fuerza en el senado (9), y aunque muchos viejos tuvieron cargos importantes de manera individual, no ocurrió lo mismo que durante la época de la república, donde los hombres mayores dirigían los destinos políticos trayendo como consecuencia que los ancianos al perder el poder familiar y político, después de haber concentrado la riqueza, cayeron en un desprecio y sufrieron los rigores de la vejez.

En resumen, puede decirse que, durante esta época, el papel del adulto mayor comienza a darse en función del mercantilismo y la economía en una sociedad de consumo. Y actualmente en el mundo contemporáneo, dominado por la tecnología, las nuevas condiciones de vida, no solo han envejecido a los pueblos, sin que ha convertido a los viejos, en el grupo etario de mayor velocidad de crecimiento promedio en hasta 85 años (10).

### **2.1.2. Antecedentes históricos legales**

Las declaraciones internacionales de salud, entre ellas, la Declaración de Alma Ata en 1978 (Conferencia Internacional sobre Atención Primaria en Salud APS), enfatizó en la importancia de la acción conjunta de los Gobiernos y de la comunidad mundial en general, con el fin de promover la salud en todo el orbe, especialmente en lo que respecta a las enfermedades crónicas no transmisibles,

entre otros aspectos como la salud oral y salud pública (11). En el capítulo número V de la Declaración de Alma Ata, se menciona la obligación que tienen los Gobiernos de proteger la salud de sus pueblos a través de la adopción de medidas sanitarias y sociales adecuadas (11). Se destaca que estos lineamientos cobijan a los adultos mayores.

Durante la década del 80, específicamente el 21 de noviembre de 1986, se elaboró un documento bajo la orientación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en la ciudad de Ottawa-Canadá, producto de la (Primera Conferencia Internacional para la Promoción en Salud), conocido como la Carta de Ottawa, mediante el cual se identificaron los requisitos para la salud, destacándose: la paz, un ecosistema estable, justicia social y equidad; así como el acceso a los alimentos, la educación y los ingresos, los cuales son condiciones previas para la salud física y mental de un individuo (12).

En esta misma década, surgió la Declaración de Adelaide, celebrada en la ciudad australiana que lleva su mismo nombre, como parte de un proceso mundial para el desarrollo y fortalecimiento de las estrategias integradoras de la salud, en todas las políticas de los diferentes Gobiernos, sobre la base de la equidad a fin de contribuir con ello al debate crítico que involucra a todos los países pertenecientes a la OMS (15). En este documento se identificaron cinco áreas de acción para promover la salud, como: construir políticas para favorecer la salud, la creación de los entornos adecuados, el desarrollo de los hábitos individuales, la potenciación de la acción comunitaria, y la reorientación de los servicios sanitarios (13).

Luego en 1991, se realizó en la ciudad sueca de Sandswall, una conferencia con el propósito de crear ambientes favorables para el fomento de la salud. Su propósito fue que tanto el ambiente físico como el socioeconómico. En este sentido, el concepto de entornos propicios implica todos aquellos aspectos físico-

sociales del medio que rodean a los sujetos, algo que también cobija al grupo de la tercera edad dentro de la dinámica social.

Todas estas Conferencias alrededor de la promoción en salud se convirtieron en fundamentos para la elaboración del Informe Mundial sobre el Envejecimiento y la Salud, que publicó la Organización Mundial de la Salud, en el año 2015 (13). Este referente tiene como propósito responder a los desafíos actuales recomendando cambios profundos en la manera de formular las políticas para la población envejecida, a fin de prestarles buenos servicios. Asimismo, logró establecer que, en la actualidad, la mayor parte de la población puede aspirar a vivir alrededor de los 60 años o más, de modo que las mayores esperanzas de vida sumada a las caídas importantes de la tasa de fecundidad traen como consecuencia el rápido envejecimiento de la población en el mundo.

Entre los aspectos más importantes, se destaca la influencia que tiene el propio sistema sanitario dado que influye mucho dentro de la relación entre edad y gasto en salud. De ahí que, se incluya entre los referentes internacionales otro punto importante que explica como el gasto en la población de edad no es un costo, sino una inversión; por tal razón, estos gastos son inversiones que fomentan la capacidad funcional en el adulto mayor, disminuyendo las consultas médicas.

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

A fin de disponer de un mejor comprensión y entendimiento del presente trabajo investigativo, resulta fundamental la claridad semántica de algunos de los principales conceptos y expresiones, los cuales se interrelacionan durante el desarrollo de esta investigación. Entre estos se hallan:

### **2.2.1 Actividad Física**

se denomina actividad física, a todo movimiento corporal, generado por la parte musculo-esquelética, que produce un aumento significativo del gasto energético, siendo actividades como, subir escaleras, caminar o mover objetos (14). Así mismo, de acuerdo con otra definición emitida por la OMS, la actividad física se considera como la principal estrategia para prevenir la obesidad, razón por la cual, es definido como todo movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que produce un gasto energético por encima de la tasa de metabolismo basal. Incluyendo actividades de rutina diaria, como las tareas del hogar y del trabajo. Este concepto también involucra actividades que requieren de algún grado de esfuerzo como, por ejemplo, lavarse los dientes, trasladarse de un lugar a otro para satisfacer las necesidades, limpiar la casa, lavar el carro, realizar un deporte de alto rendimiento y muchas otras más que el ser humano realiza diariamente (15).

No obstante, “La "actividad física" no debe confundirse con el "ejercicio", puesto que este último señala una variedad de actividad física planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física”, por lo tanto, añade que la actividad física abarca el ejercicio, pero también otras actividades que entrañan movimiento corporal y se realizan como parte de los momentos de juego, del trabajo, de formas de transporte activas, de las tareas domésticas y de actividades recreativas.

Así mismo, podemos definirlo como todo movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que produzca un gasto energético mayor al existente en reposo” (16). haciendo parte del desarrollo cultural, mediado por actividades tales como: el caminar, bailar y jugar, encontrándose presente en el trabajo, la escuela,

el tiempo libre o las tareas cotidianas y familiares, pasando por la infancia hasta la vejez y ocupando casi cualquier ámbito de nuestra vida” (17).

### **2.2.2 Adulto Mayor**

Según la OMS, se refiere a todas aquellas personas entre los 60 a 74 años, que son consideradas de edad avanzada, entre los 75 a los 90 años ancianos, mientras que los que sobrepasan los 90 años se designan longevos. No obstante, puede decirse que en términos generales adulto mayor se les llama indistintamente (18).

En este mismo orden de ideas, el concepto de adulto mayor por más variado que sea, casi todas las definiciones que se dan al respecto, se fundamentan básicamente en los criterios definidos por la OMS, que plantean que es toda persona mayor de 60 años, subdivididos en las siguientes categorías: tercera edad: 60 – 74 años, cuarta edad: 75 – 89 años, longevos: 90 – 99 años y centenarios: >100 años. En este sentido, el artículo 7 de la Ley 1276 del 2009, lo define en Colombia como: “Aquella persona que cuenta con sesenta (60) años de edad o más; o siendo menor de 60 años y mayor de 55, cuando sus condiciones de desgaste físico, vital y psicológico así lo determinen”, por lo cual, añade que las tendencias actuales a nivel mundial, muestran que la expectativa de vida de las personas ha ido en aumento, propiciando cada vez más, que las personas logren sobrepasar los 60 años (19).

Por otra parte, La Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (ONU, 2000), estimó en el año 2000, que la población mayor de 60 años en América Latina, era de 41 millones (8% de la población total) y que para el año 2025 a dicha cantidad se le sumarán 57 millones de adultos mayores más, totalizando el 14.7% de la población (20).

### **2.2.3 Envejecimiento**

De acuerdo con lo establecido en el Informe Mundial sobre Envejecimiento y Salud de la OMS (2015), se define el envejecimiento como: “El proceso fisiológico que comienza en la concepción, produciendo paulatinamente diferentes cambios al interior de las características de las especies, durante todo el ciclo de vida; ocasionando limitaciones en la adaptabilidad del organismo, en relación con su medio y añadiendo que dichos ritmos de cambio, tanto en los organismos de un mismo individuo, como en los de otros, no ocurren de la misma forma” (18).

Por otra parte, este concepto se enuncia como la suma de todas las alteraciones que se producen en un organismo con el paso del tiempo y que conducen a pérdidas funcionales y a la muerte. Bajo dicha definición, debe entenderse que los procesos patológicos de orden metabólico, cardiovascular o de tipo oncológicos, a excepción de otras patologías, invariablemente influyen en “adelantar” el proceso de la muerte (21).

Sin embargo, en condiciones normales de salud, el varón durante el proceso de envejecimiento, debe tener a la mano procedimientos que pongan a su favor el vivir con calidad de vida, porque las estadísticas mundiales evidencian un incremento progresivo de los pobladores mayores de 60 años, con una tendencia definitiva a un aumento progresivo década por década. Es por lo tanto, una preocupación de orden asistencial el lograr campañas que le den seguridad socioeconómica y de salud a esta población creciente (22).

### **2.2.4 Ejercicio Físico**

Este concepto comprende todos aquellos movimientos corporales, diseñados, planificados y llevados a cabo, para el mejoramiento o mantenimiento de uno o

más componentes de la forma física. Entre los cuales se hallan: montar en bicicleta, hacer velillo o cabuya, así como trotar o nadar en piscina (23).

Otra definición de ejercicio físico está asociada a la realización de movimientos corporales planificados, repetitivos y en alguna ocasión supervisados por un instructor, con el objetivo de estar en forma física y gozar de una salud sana. El ejercicio físico también incluye aquellas actividades que se llevan a cabo en los momentos de tiempo libre, en el cual se puede incluir el baile, el deporte, la gimnasia, y/o la educación física, entre otros. influyendo de forma positiva en el desarrollo intelectual y emocional de las personas que lo practican, lo cual permite desarrollar la creatividad, y sobre todo contribuyendo con el desarrollo una adecuada autoestima.

Dentro de este contexto de ideas, el ejercicio físico como un tipo de actividad física planeada y estructurada, que se basa en la repetición de determinados movimientos, con el objetivo de mejorar o mantener alguno de los componentes de la aptitud física. Ejemplos de ello son caminar de una manera planificada, jogging/running, natación, elíptica, ejercicios de fortalecimiento muscular en el gimnasio (16).

### **2.2.5 Ejercicios de Fuerza**

Hace referencia a la utilización de la resistencia, con el propósito de lograr la contracción muscular, y de esta forma aumentar la resistencia aeróbica, de la fuerza muscular (19), (3). En otras palabras, se basa en un entrenamiento donde se utiliza la fuerza para lograr beneficios funcionales significativos, con miras a la mejoría de la salud, y el bienestar en general (24).

Estrechamente vinculado al ámbito de la actividad física y la salud pública, está el ejercicio que involucra el uso de fuerza, que se define como “la actividad física

planificada, y cuyo objetivo es mantener o mejorar la condición física”, permitiendo a las personas llevar a cabo las tareas habituales de la vida diaria, disfrutar del tiempo de ocio activo y afrontar las posibles emergencias imprevistas sin una fatiga excesiva, a la vez que ayuda a evitar enfermedades.(25)

### **2.2.6 Nivel Músculo-esquelético**

Comprende todas aquellas células musculares, que reciben los impactos de las cargas de esfuerzo, que modifican las estructuras morfológicas y funcionales más importantes, que inciden sobre la salud, la aptitud, y el rendimiento físico (24).

El cuerpo humano está compuesto por un gran número de fibras musculares de diferentes tipos, como lo son las fibras de contracción lenta y fibras de contracción rápida, que se ven involucradas dependiendo el grado de exigencia y la rigurosidad de la actividad la cual se esté realizando. Estudios han demostrado que tanto el entrenamiento de resistencia como el de fuerza, pueden causar que las fibras cambien de los tipos de fibras más rápidas, reportando un impacto significativo sobre el riesgo de desarrollar una enfermedad (26).

Se evidencia que, a mayor cercanía con una práctica constante de ejercicio físico durante el transcurso de la vida, tomando como ejemplo atletas. los resultados más interesantes indican que los atletas entrenados en velocidad tienen un marcado predominio de fibras tipo II en los músculos de las piernas, mientras que los atletas entrenados en resistencia poseen una proporción elevada de fibras tipo I (27).

### **2.2.7 Sarcopenia**

De acuerdo con el EWGSOP, (Grupo Europeo de Sarcopenia en Personas Adultas Mayores), por sus siglas en inglés, la sarcopenia quedó definida como: “Un síndrome caracterizado por la pérdida progresiva y generalizada, de la masa y

la fuerza, a nivel músculo esquelético, con riesgo de resultados adversos, como la discapacidad física, mala calidad de vida, y muerte” (28).

Mientras que a nivel fisiológicos su diagnóstico se basa en la medición de la masa y fuerza muscular, determinando unos puntos de corte que se correlacionan con el riesgo de aparición de complicaciones (29). En los síntomas presentados se evidencia una disminución de fuerza e independencia motora, la cual puede generar discapacidad física, disminuyendo así su calidad de vida (30).

En la población de la tercera edad, la aparición de la Sarcopenia es algo muy generalizado, y está sujeto a las características de dicha población y a los elementos que se utilicen para diagnosticarla. Es así como por ejemplo en un análisis exhaustivo realizado en Brasil, sobre una población mayor de 60 años, se halló que alrededor del 17%, presentaban Sarcopenia (un 12% en hombres y un 20% en mujeres) (31). De igual manera otro estudio que se hizo en México, encontró que la prevalencia de la Sarcopenia era del 14% en personas entre los 65 a 69 años, mientras que para los mayores de 80 años fue del 50% (30). Así, existe una relación entre la Sarcopenia y la fragilidad, hasta el punto de considerarse a esta, como uno de los mayores síndromes geriátricos en los ancianos, aumentando considerablemente la discapacidad (29), de tal suerte que, independientemente del deterioro producido por la edad, existen varios elementos que inciden en la aparición de la Sarcopenia, entre ellas, diferentes comorbilidades, una reducida ingesta de proteínas, y la falta de actividad física (3), las cuales producen un círculo viciosa, que se puede romper, siempre y cuando se implementen acciones que promuevan un envejecimiento más saludable.

Es muy frecuente que la diabetes mellitus está asociada con la Sarcopenia (32), incluso, se piensa que tanto en el desarrollo de la Sarcopenia, como en el origen de la diabetes mellitus, entran en juego ciertos mecanismos, como la resistencia a

la insulina, la inflamación crónica y la reducción de las mitocondrias (33). Se ha hablado, por ejemplo, de una mayor resistencia a la insulina en los ancianos, la cual disminuye, al realizar ejercicio físico, dado que se produce un efecto sobre la síntesis de proteínas, lo cual depende también del aumento de la vascularización muscular como consecuencia del óxido nítrico (33). De igual forma, en este grupo de personas, se produce un incremento de la endotelina-1, en respuesta a la secreción insulínica, contraponiéndose a los efectos del óxido nítrico, muy parecido a lo que sucede en la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). En pocas palabras, el grado elevado de DM2 puede ser directamente proporcional a la edad avanzada, como un factor potencializador de la Sarcopenia, pudiendo ser un síntoma de la disminución de que la insulina endógena, disminuye la pérdida de la masa muscular. De este modo, el aporte de proteínas incide en el aumento de la insulina, que tiene un efecto anabólico sobre el músculo. A este respecto los estudios parecen indicar que la DM2, puede causar pérdida de masa y fuerza muscular, otros estudios refieren la necesidad de realizar más investigaciones que analicen la situación entre Sarcopenia y DM2 (3), (34).

Ahora bien, independientemente de los factores implicados, también es importante saber la forma en la cual, ambas enfermedades inciden en la vida diaria de los pacientes. Si bien existen estudios recientes que han analizado los efectos de la Sarcopenia y la DM2 en la discapacidad física y la funcionalidad (35), todavía son pocas las investigaciones que analizan la calidad de vida en las personas de la tercera edad con DM2, y este último aspecto es fundamental, porque implica ir más allá de solo la recopilación de datos relacionados con los síntomas de la misma, o de las consecuencias adversas por el tratamiento. Significaría investigar la forma en la que el paciente percibe la enfermedad, el tratamiento suministrado, y cómo estas cosas alteran su vida cotidiana (36).

### **2.2.8 Salud pública**

La salud pública se puede definir como toda aquella actividad encaminada a mejorar la salud de la población (37). Desglosando el término, si se revisa la palabra salud desde la OMS, la salud no es solo la ausencia de la enfermedad, sino también un estado de bienestar, evolucionando y convirtiéndose en la actualidad en políticas que nos garantizan derechos fundamentales.

De acuerdo con la Ley 1122 de 2007, la salud pública se considera como toda las políticas y normas legales, que buscan garantizar de manera integrada, la salud de la población, condiciones de vida, bienestar y desarrollo. Dichas acciones se realizarán bajo la rectoría del Estado colombiano y deberán promover la participación responsable de todos los sectores de la comunidad (38).

Así entonces el desarrollo de la salud pública ha tenido múltiples enfoques, a partir de los lineamientos de los sistemas de salud, la comunidad o el individuo. El modelo base lo establece la Organización Mundial de la Salud (OMS) con tres determinantes, el estructural, el intermedio y el proximal, basados en enfoque de riesgo, buscando las raíces de las desigualdades sociales que inciden en la salud (39).

Este aspecto es muy importante, si se tiene en cuenta que la Sarcopenia, como síndrome geriátrico, de acuerdo con lo establecido por el Consenso Europeo sobre Sarcopenia (EWGSOP, por sus siglas en Inglés), es precisamente ocasionada por un conjunto de factores complejos e interrelacionados, caracterizados no solo por una disminución paulatina y generalizada de la masa músculo esquelética y la fuerza, sino que también produce consecuencias que afectan la calidad de vida, como por ejemplo, la discapacidad física y la funcionalidad para realizar tareas cotidianas en general, entre ellas, levantarse de una silla, subir y/o bajar escaleras

por ejemplo(49). Esta situación tendría un gran impacto para el gasto en salud pública, dado que existe una relación entre el sistema sanitario de un país y las dinámicas entre gasto y salud pública, razón por la cual, casi todos los referentes jurídicos del mundo lo tienen presente, puesto que a largo plazo, la inversión que se haga en programas para la prevención en salud, en una población, entre estos, por ejemplo, las personas de la tercera edad, no constituye un gasto, sino más bien una inversión que ayudará a fomentar la capacidad funcional de los adultos mayores, disminuyendo las consultas médicas, ahorrando el gasto público en salud, y mejorando la calidad de vida de las personas mayores desde una perspectiva más integral.

Una de estas inversiones está relacionada precisamente con la promoción del ejercicio físico en este grupo etéreo, puesto que varios estudios importantes han demostrado los beneficios que reportan las intervenciones con ejercicio físico en los pacientes Sarcopénicos, no solo en el diagnóstico, sino también durante el desarrollo de la enfermedad, dado que favorece el incremento de la masa y la función muscular. Pero no cualquier clase de ejercicio, sino más bien aquellos enmarcados dentro de lo que se denomina: “Entrenamiento con ejercicios de Fuerza”, por razón de que, para el caso de la Sarcopenia, dicho entrenamiento con sobre carga progresiva, los músculos desarrollan una fuerza contra una carga externa, siendo un método efectivo y seguro, para aumentar la fuerza en las personas de la tercera edad.

A este respecto es necesario aclarar que, algunas investigaciones han señalado la capacidad de adaptación que posee el nivel músculo esquelético, al no afectarse biológicamente con el paso de los años, incluso cuando el sedentarismo, incide en la reducción morfológica del mismo, puesto que se somete al sistema neuromuscular, a diferentes estímulos de tensión del mismo, para lo cual es capaz

de adaptarse, en otras palabras, la Sarcopenia posee aspectos versátiles, en función de la capacidad de adaptación muscular al ejercicio físico.

En este orden de ideas, la Salud pública deberá desempeñar un papel integrador e importante en la promoción de programas que incentiven el entrenamiento con ejercicios de fuerza, para contrarrestar los efectos de la Sarcopenia, lógicamente bajo los protocolos establecidos por el (EWGSOP), teniendo en cuenta las características la población adulta mayor, como una herramienta para disminuir el impacto de la misma en el gasto público, pues, esto no solo beneficiaría al Estado con relación a los gastos mayores que demandaría las consultas por enfermedad en muchas EPS, sino que, también al mejorar la funcionalidad de la población mencionada, mejorará su calidad de vida, materializándose la propia definición de salud pública sobre la base de un concepto más holístico e integral sobre la salud de la población.

#### 2.2.9 Síntesis de la relación entre Ejercicios de Fuerza, Población adulta mayor y Sarcopenia

Dada la importancia que revisten dos conceptos fundamentales dentro de esta investigación, como es el caso del entrenamiento de fuerza y adulto mayor, es necesario explicar la relación que subyace entre estos dos conceptos con respecto a la Sarcopenia, por ser esta la problemática principal desde la cual se analiza a la población objeto de estudio. Es así como al hablar de Entrenamiento de fuerza como una actividad que se basa en el aprovechamiento de la misma con el fin de lograr la contracción muscular, para incrementar aspectos como resistencia anaeróbica, fuerza y tamaño muscular Y que además constituye uno de los métodos más recomendados para contrarrestar los efectos de dicha enfermedad, por sus beneficios en el equilibrio, la resistencia aeróbica, la flexibilidad, e incluso la funcionalidad (velocidad de marcha, así como bajar y/o subir escaleras),

También se debe tener presente las características físicas y fisiológicas inherentes a la población de la tercera edad como por ejemplo, las condiciones de fragilidad o comorbilidades asociadas a la edad, para poder implementar el entrenamiento con los ejercicios de fuerza. Por ejemplo, tanto la intensidad del ejercicio, como la técnica para su ejecución deberán ser equilibradas con el fin de reducir al máximo el riesgo de las lesiones, por lo cual resultará mejor la realización de dichos ejercicios a través de máquinas, descartando el peso libre, para lo cual se recomienda trabajar con una intensidad de 60% 1RM, en periodo de adaptación e incrementarlo paulatinamente en un 80% de 1-RM.

Es por eso que antes de iniciar un programa con este tipo de entrenamiento para personas adultas mayores, debe hacerse una planificación previa después del diagnóstico de la población, a fin de evaluar sus capacidades y fortalecer los resultados a nivel de salud, razón por la que se estima conveniente que dichos ejercicios deberán durar entre 65 y 75 minutos con periodos de descanso entre las sesiones. De igual forma, antes de iniciar cada sesión de entrenamiento deberá hacerse un calentamiento de cinco minutos incluyendo actividades de estiramiento, caminatas a paso lento, e incluso pedalear, ya que así se incrementará el gasto cardiaco, mejorando la perfusión central y periférica. Todo esto responde al hecho de que la Sarcopenia como síndrome que involucra pérdida progresiva de la masa y fuerza muscular, implica el riesgo de producir consecuencias adversas asociadas a la discapacidad física, funcional, e incluso puede poner en riesgo la vida del paciente. A lo cual se suma, que la relación intrínseca entre Sarcopenia y Fragilidad, aumenta significativamente las probabilidades de la discapacidad en las personas de la tercera edad. Así entonces, prescindiendo de las características propias que acompañan a dicha población etarea, hay diversos aspectos que interfieren en la aparición de la Sarcopenia, como por ejemplo, ciertas enfermedades, una disminución de la ingesta proteica, y por supuesto la falta de actividad física, las cuales se

convierten en un círculo vicioso, que puede destruirse, cada vez que, se generen programas de entrenamiento con ejercicios de fuerza que contribuyan a una mejor salud para la población adulta mayor.

## **2.3 MARCO TEÓRICO**

En el apartado correspondiente al marco histórico se hizo una descripción de la forma en la que el hombre ha considerado al envejecimiento a través del tiempo, no obstante, es necesario señalar, también que, dentro de ese mismo proceso, se han expuesto algunas teorías desde una perspectiva más cercana a la ciencia, para explicar las posibles causas y mecanismos desencadenantes del envejecimiento, las cuales se tratarán a continuación.

### **2.3.1 Teorías biológicas relacionadas con el envejecimiento**

Existen dos corrientes fundamentales para explicar las causas biológicas relacionadas con el proceso de envejecimiento (40), las cuales pueden clasificarse en: las teorías genéticas que incluyen los factores relacionados con los genes y el proceso de reproducción celular; y las teorías no genéticas que, como su nombre lo indica, obedecen más a los factores externos del organismo, como por ejemplo el ambiente, entre otros (31).

Entre las teorías genéticas se destacan: la teoría del envejecimiento celular, la teoría de la mutación somática y la teoría del marcapasos del envejecimiento cuyos aspectos centrales son: (41).

#### **Teoría del envejecimiento celular programado**

Propone que el envejecimiento es quizá un error en la traducción de los ARN necesarios, como consecuencia de un número cada vez más reducido de ADN.

Respecto a esta parte, existen científicos que explican que si bien la traducción de los mensajes de ARN en proteínas, se producen en todas las edades de la vida, este mismo proceso es limitado en las personas mayores, por lo que la edad puede detener el intercambio de información genética, y como consecuencia, se experimenta el envejecimiento (31).

### **Teoría de la mutación somática**

Esta teoría sugiere la existencia de mutaciones genéticas aleatorias producidas por radiaciones antiguas de diferente edad y también por otros elementos del propio organismo, trayendo como consecuencia el mal funcionamiento paulatino de diferentes sistemas del cuerpo, los cuales finalmente van conduciendo a la muerte.

### **Teoría del marcapasos del envejecimiento**

Propone que una célula o quizá algún tipo de tejido influye en la proliferación celular, dando comienzo al proceso de la vejez en todo el cuerpo. Ciertos autores lo han calificado como un “reloj biológico” responsable de aquel que activa y mantiene dicha actividad del envejecimiento en los seres humanos, lo cierto, es que dicha teoría ha sido ampliamente aceptada a nivel mundial (41).

Por otra parte, algunas de estas teorías también están relacionadas con el nivel de los sistemas del organismo humano; así, por ejemplo, se habla de una teoría de los sistemas orgánicos o auto inmunitaria, la cual explica que la causa principal de muchos de los problemas de salud que afectan a los adultos mayores puede tener su origen en un nivel de disfunción del sistema inmunitario. Un ejemplo de lo cual se puede hallar en algunas enfermedades como el cáncer, la diabetes, la demencia senil y algunos otros trastornos de la salud en el individuo, lo cual se debe a la estrecha relación existente entre el sistema inmunitario y el sistema endocrino (31).

Con respecto a las teorías no genéticas, se describen algunos aspectos básicos de las mismas:

### **Teoría de la carencia de nutrientes**

Es una teoría compleja en su abordaje, dado que incluso actualmente los científicos no están seguros de si la falta de nutrición produce el envejecimiento, o si tal vez, se deba al proceso de envejecimiento en sí mismo o probablemente ambos casos se deben al mismo factor; por lo cual, algunos expertos han propuesto que la carencia de oxígeno produce el envejecimiento celular, aunque el modelo solo se correlaciona con el envejecimiento normal, donde las células desaparecen aleatoriamente de los tejidos (41).

### **Teoría de la Lipofuscina**

Lo que se conoce comúnmente como “las manchas de la edad” es el producto de la acumulación de un pigmento que se describen como “desechos bioquímicos”, producto del proceso metabólico de las células acumuladas hasta alcanzar un punto neurálgico, en especial cuando comienzan a interferir en el funcionamiento celular, denominada como “teoría del desgaste”, pero no se ha podido comprobar la relación entre la aparición de dichas manchas de la edad con las alteraciones de la función celular. Razón por la cual, los científicos han llegado a concluir que dicha pigmentación es consecuencia directa del envejecimiento, más que de su origen en sí mismo (4).

En las últimas décadas se ha observado un aumento en el proceso de envejecimiento en la población. Un ejemplo de ello, se visualiza en los países desarrollados, cuando el porcentaje estimado de individuos de la tercera edad mayores de 60 años se espera que aumente paulatinamente hasta el año 2050 (42). Esta situación es preocupante porque cada vez un número mayor de

personas experimentan las enfermedades relacionadas con la vejez, por lo cual es necesario analizar algunos de las causas que actualmente inciden en dicho aumento de los países envejecidos en el planeta.

Por otro lado, existen muchos otros factores diferentes al ámbito biológico y fisiológico del envejecimiento que se relacionan con algunos elementos ambientales, geográficos y poblacionales considerados factores externos al organismo, y que actualmente, pueden ser la causa del aumento de la población envejecida en el mundo, entre estos factores se hallan:

#### **i) El aumento en la duración de la vejez**

El aumento en la duración de la vida es directamente proporcional al incremento de la duración de la vejez, generando la aparición de etapas o periodos diferenciados y estableciéndose tres grupos dentro de la población mayores de 65 años: Una primera etapa que abarca de los 65 a 70 años; otro periodo entre los 70 a 75 años, y un tercer momento, correspondiente a los mayores de 80 años. En este sentido, el fenómeno de la coexistencia generacional significa que las personas más jóvenes se ocupen de las otras en etapas más avanzadas (43).

#### **ii) Influencia de la migración poblacional en el mundo**

Las diferentes épocas trascendentales de la historia han influido en el envejecimiento de las poblaciones, hecho que se explica porque los individuos que se movilizan de una zona a otra generalmente lo hacen durante las edades productivas, produciéndose un envejecimiento del lugar a donde emigran, mientras que suele incrementar la cantidad de la población de la tercera edad, en el lugar de procedencia; de modo que para explicar el envejecimiento de la población, es necesario analizar al mismo tiempo, la relación con la tasa de natalidad de las zonas de origen y qué flujos de población son consecuencia de factores políticos, económicos y sociales (43).

A nivel general, puede decirse que el desarrollo del envejecimiento está relacionado con un conjunto de transformaciones importantes en la composición corporal (44), por ejemplo, los niveles de grasa aumentan entre 18 y 36 % en hombres, mientras que en las mujeres se ubica entre 20 y 65 años de edad, equivalente al 33%-44%. Asimismo, los depósitos corporales totales de nitrógeno disminuyen en relación estrecha con los niveles de calcio, señalando una relación entre masa muscular y osteoporosis, pero de todos estos, el músculo esquelético constituye el depósito mayor de proteínas en el cuerpo, dado que su cantidad incide en la valoración del estado nutricional, madurez biológica e independencia funcional (45).

Ahora bien, todos estos procesos relacionados con el envejecimiento, se pueden entender mejor al considerar la afectación de los principales sistemas del cuerpo humano, como se señala en el siguiente subtítulo.

### **2.3.2 El proceso de envejecimiento en los diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano**

En un apartado anterior, se realizó una descripción general sobre el proceso de envejecimiento en el cuerpo humano, desde un punto de vista fisiológico, pero en esta parte se considerarán dichos cambios de forma más específica, en relación con los principales sistemas del cuerpo humano a nivel de los órganos de los sentidos, la piel, el sistema nervioso, cardiovascular, y por último, uno que se relaciona mucho con el tema principal de esta investigación, como es la parte correspondiente al sistema músculo-esquelético.

Los cambios producidos a nivel de la piel son uno de los primeros sistemas en experimentar las consecuencias directas del envejecimiento, por ejemplo, con el aumento de la edad se produce un aplanamiento de la piel, de las extremidades, volviéndose más vulnerable a las ablaciones y ampollas, y se disminuye el número

de melanocitos, haciendo que la luz ultravioleta sea más peligrosa al aumentarse la sensibilidad y la probabilidad al cáncer de piel (45).

De igual modo, el adelgazamiento junto con las arrugas de la piel son observables en la tercera edad, lo cual es consecuencia de la disminución del colágeno y la elastina en la dermis, a lo cual se le suma la pérdida gradual de las glándulas sudoríparas funcionales y de los receptores en la piel; aumentando con ello, el umbral de los estímulos dolorosos y haciendo que el anciano se vuelva más propenso a los golpes de calor (45).

Con la edad, sobreviene también el adelgazamiento de la capa subcutánea de la cara, el dorso de las manos y las plantas de los pies, de tal forma que la pérdida de dicha capa produce muchos problemas en la piel de los ancianos. No obstante, los cambios más observables relacionados con la edad, a nivel del sistema tegumentario son la coloración grisácea, la caída del pelo y el adelgazamiento; aunque también se puede observar la disminución del folículo piloso, ralentizándose el crecimiento, mientras que el pelo se vuelve fino y blanco (31), (40).

Otro de los cambios experimentados son los del nivel de los órganos de los sentidos, porque estos van sufriendo deterioros con la edad, por ejemplo, a partir de los 40 años se vuelve más difícil enfocar los objetos cercanos (46). Sin embargo, puede decirse que se producen una serie de transformaciones como la menor maleabilidad del cristalino, generando un color amarillento, tornándose más turbio, y provocando la hipermetropía, como consecuencia, esto comienza a distorsionar la percepción de los colores y va apareciendo la catarata (40). Así mismo, se producen cambios en la retina que afectan la capacidad de adaptación a los cambios de la iluminación, disminuyéndose la capacidad del anciano para tolerar los destellos, dificultándose la visión nocturna (46).

A todo lo anterior, se suma el deterioro de la audición, dada la pérdida gradual de la diferenciación del tono (presbiacusia), la cual se afecta con mayor frecuencia en los hombres que en las mujeres (4). Con la edad, también disminuye la sensibilidad del gusto y el olfato, pues el descenso del gusto coincide con el del número de papilas gustativas de la lengua, el descenso en la producción salival; paralelamente con la resequedad de la boca, las cuales acompañan al envejecimiento. De igual forma, se va presentando el deterioro de la capacidad olfativa o hiposmia, causante de la pérdida del apetito y de los hábitos alimenticios irregulares, observándolos sistemáticamente durante la tercera edad (47).

Como sistema regulador de todos los demás sistemas del cuerpo, los trastornos del sistema nervioso central, constituyen una de las causas más frecuentes de discapacidad en los adultos mayores. A este respecto, varios autores señalan que es responsable de casi el 50% de las discapacidades observables en personas mayores de 65 años (48). A esto se suma la pérdida de la mielina en los axones en parte del sistema nervioso, causando la disminución de la velocidad del impulso nervioso (47).

Por otra parte, se pueden presentar episodios de infarto cerebral que pueden provocar la demencia multi infarto, a la vez que, los cambios en el flujo sanguíneo y la oxigenación del cerebro frenan la transmisión de la información motora y sensorial, de aquellas tareas que requieren coordinación, equilibrio, velocidad y movimientos finos de las manos. Esta situación implica para el adulto mayor, una mayor probabilidad de caídas, sin embargo, algunos cambios se deben al estilo de vida, disminuyendo el riesgo de enfermedad (40), (4).

Con respecto al sistema cardiovascular, también se producen trastornos porque este es el encargado de transportar la sangre oxigenada y los nutrientes a todas las partes del cuerpo, eliminando los productos de desecho, razón por la cual el

daño de este sistema, genera consecuencias negativas, para el resto del cuerpo. Por otro lado, el desarrollo del flujo sanguíneo hacia el tubo digestivo, el hígado y los riñones, afecta la absorción, distribución y eliminación de algunas sustancias como medicamentos y alcohol. De modo que la enfermedad cardiovascular es la causa más frecuente de muerte en todo el mundo, pues la frecuencia cardíaca máxima disminuye durante el ejercicio con la edad (49).

El sistema inmune también sufre los rigores de la edad, dado que al descender la funcionalidad del mismo, los ancianos se vuelven más vulnerables a diferentes enfermedades como la diabetes mellitus, la neumonía, e infecciones nosocomiales, de modo que, con la edad avanzada, aumenta la probabilidad de enfermedades infecciosas, de las cuales, las más destacadas en las personas ancianas son la gripe, la neumonía, la tuberculosis, la meningitis, y las infecciones de las vías urinarias (18). Las tres categorías de enfermedades que afectan preferencialmente a la tercera edad son las infecciones, el cáncer y las enfermedades autoinmunes (34).

La afectación del sistema músculo-esquelético, constituye un hecho importante relacionado con el envejecimiento, lo cual incide directamente en la disminución de la fuerza y la capacidad funcional en el adulto mayor (50), (44). Esto ocurre porque la masa magra, que fundamentalmente se halla formada por la parte músculo esquelética, representa aproximadamente entre un 45 y 55% de la masa corporal total, que luego se reduce paulatinamente con el paso de los años. Esta pérdida es uno de los factores que más incide en la disminución funcional que aparece con la edad (51).

Ahora bien, este proceso natural relacionado con la pérdida de la masa muscular esquelética, y su consecuente disminución de la fuerza y funcionalidad, es producto de la convergencia de diferentes factores de tipo hormonal, nutricionales, e incluso de ciertos patrones culturales, como la sobrealimentación y la falta de

ejercicio físico, que van condicionando paulatinamente al deterioro de este sistema (52).

También existen otros condicionantes relacionados con el impacto negativo de la vejez sobre el sistema musculo esquelético, como es el caso de la sarcopenia (51), que conlleva a la disminución de la masa muscular en la población adulta mayor. Al respecto, se ha demostrado la existencia de una relación directa entre la fuerza muscular de las pantorrillas y la capacidad de velocidad de marcha, como también a la relación existente entre musculatura extensora del muslo y la capacidad de levantarse de una silla, subir escaleras o de velocidad de la marcha (43).

De igual forma, la desaparición de las células musculares como consecuencia del envejecimiento conlleva a la disminución de la fuerza muscular, la cual alcanza su máximo valor entre los 20 y 30 años, para posteriormente disminuir progresivamente hasta los 70 años, con el 80% de su máximo, pues la disminución más notable se observa a los 60 años. Dicha atrofia de los músculos se debe a la disminución del volumen de las fibras musculares, de tal suerte que, con el proceso de envejecimiento, también disminuyen tanto la fuerza absoluta, como la fuerza por unidad de superficie muscular (34).

### **2.3.3. Sarcopenia: Definición, causas y consecuencias**

La relación entre vejez y disminución significativa tanto de la función neuromuscular como del rendimiento del músculo en sí, han sido ampliamente reconocidas por la ciencia y la medicina actual como sarcopenia (48), (44), (41). Razón por la cual, la probabilidad de las personas mayores a sufrir lesiones, es directamente proporcional con el avance de la edad, lo cual disminuye en ellas la capacidad total de los órganos y sistemas (36).

Si bien es cierto que, la condición de debilidad en la vejez ha sido descrita por más de un siglo (44), la disminución como tal de la masa muscular en el envejecimiento, fue reconocida mucho antes de la invención y surgimiento del término sarcopenia, clara vez, que este solo fue creado en 1989 por Irwing H Rosemberg, como una manera para despertar el interés de la investigación en este campo (3).

Así entonces, etimológicamente se comenzó a definir el concepto de sarcopenia, como la “pérdida de masa muscular, surgida con el envejecimiento. Sin embargo, los efectos biológicos, psicológicos y sociales de dicha condición hicieron necesaria la reconstrucción de dicho significado, para lo cual, se buscó un concepto más amplio, que solamente la simple pérdida de la masa muscular (18).

Bajo los estadios establecidos por el Consenso europeo y su clasificación sobre las escalas y categorías de sarcopenia, existen test preestablecidos para un diagnóstico estimado, como es el caso de la medición de la marcha y el test de flexión siendo un método fácil de aplicar y más económico (Ver figura 1) (53).

**Figura 1. Estadios conceptuales de la sarcopenia según el EWGSOP**

<b>ESTADIO</b>	<b>MASA MUSCULAR</b>	<b>FUERZA MUSCULAR</b>	<b>RENDIMIENTO FISICO</b>
<b>PRESARCOPENIA</b>	↓	*****	*****
<b>SARCOPENIA</b>	↓↓	↓	↓
<b>SARCOPENIA GRAVE</b>	↓↓↓	↓	<b>FRAGILIDAD COMO SINDROME GERIATRICO</b>

**Fuente. Tomado de Consenso europeo de sarcopenia 1.**

Los métodos avalados por el Consenso europeo para el diagnóstico de la sarcopenia se clasificaron según la masa muscular por medio de: tomografía computarizada, resonancia magnética, análisis de bioimpedancia, entre otros. Por otra parte, el subgrupo restante diagnóstica por medio de una escala dentro la fuerza muscular, medida a través de: fuerza de presión de mano, flexo extensión de rodilla o codo y test de rendimiento físico.

En los estudios realizados en los últimos años relacionado con la fuerza, se ha comenzado a utilizar el concepto de dinapenia, en vez de sarcopenia, puesto que dicho problema no consiste solo en la cantidad de músculo propiamente dicho, sino más bien, en la relación existente entre cantidad de músculo, fuerza y rendimiento muscular (54). Sin embargo, en este punto es necesario aclarar que, para buscar un mejor acercamiento no solo a la definición del término, sino también a otros aspectos relacionados con la sarcopenia, resulta mucho mejor

indagar lo que ha propuesto al respecto el Consenso europeo, que se creó para tal fin, conocido como EWGSOP, por la abreviación de sus siglas en Inglés (European Working Group on Sarcopenia Older People) o Grupo Europeo de Trabajo sobre la Sarcopenia en Personas de Edad Avanzada), el cual elaboró una definición clínica práctica (28).

De acuerdo con el EWGSOP, la sarcopenia es un síndrome geriátrico, dado que, responde a una serie de estados frecuentes, complejos y costosos de la alteración de la salud en personas de edad avanzada con consecuencia de interacciones no conocidas totalmente entre enfermedad y edad, en diferentes sistemas, que originan un conjunto de signos y síntomas (4).

Las pruebas que aporta el EWGSOP, para asegurar que la sarcopenia es un síndrome geriátrico radican en que esta tiene varios factores que lo desencadenan, como: el proceso de envejecimiento a lo largo de la vida, la influencia sobre el desarrollo, en las etapas iniciales de la vida, la alimentación poco óptima, el reposo en cama, el sedentarismo, las enfermedades crónicas y determinados tratamientos farmacológicos (48).

Teniendo todo esto en cuenta, la definición práctica para el concepto de sarcopenia, que propone el EWGSOP, es la siguiente: “síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética, y la fuerza, con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad” (36). Cabe añadir que al día de hoy, el EWGSOP, ya ha reconocido de manera formal a la sarcopenia como una enfermedad muscular, cuyo código de diagnóstico es ICD-10MC, que se puede utilizar para facturar la atención en algunos países (43).

En lo que respecta a la causalidad de esta anomalía, actualmente el EWGSOP, considera a la sarcopenia como una enfermedad multicausal (28), dado que no solo es producto de una condición de la edad avanzada caracterizada por agentes Estresantes, sino también por la disminución de la capacidad para mantener la homeostasis (55), en razón que los músculos sufren atrofia como consecuencia de la disminución de la contractilidad, dando como resultado la disminución de la fuerza (28), algo que se complica aún más, si los adultos mayores son sedentarios, pues la disminución de ejercicio físico puede ser parcialmente responsable de algunos de los cambios relacionados con esta enfermedad (35).

Ahora bien, dado que la pérdida de la masa y de la potencia muscular ocurridas durante el envejecimiento, no se pueden explicar en sí mismas, sino solo debido a la disminución del ejercicio físico (54), por el hecho de que son el resultado de múltiples factores, entonces se hace necesario conocer los diferentes mecanismos propuestos, que conducen a la aparición de la sarcopenia. Especialmente aquellos factores multicausales que predisponen a su aparición, porque después de haber realizado una revisión bibliográfica exhaustiva de varios artículos en revistas especializadas, entre otros documentos relacionados con el tema, se pudo identificar por lo menos siete factores comunes causantes de la sarcopenia, entre los cuales están los factores genéticos y aquellos relacionados con el ADN, factores del sistema nervioso, nutricional, endocrinos, los desórdenes relacionados con enfermedades de órganos específicos, el estilo de vida y otras causas de tipo mixto.

Por otra parte, las causas genéticas relacionadas con el ADN, son aquellas relacionadas con el daño oxidativo de los radicales libres. Este enfoque teórico señala que el proceso de envejecimiento es consecuencia de la acumulación de proteínas y ADN modificados por un proceso oxidativo (40); de esta forma, entonces, las proteínas de los músculos que pueden afectarse por el

envejecimiento, son integrales para los procesos inmersos en la contracción muscular, como son el acoplamiento, la excitación-contracción, el ciclo de entrecruzamiento, y la producción de ATP. Sin embargo, el daño celular para esta parte, se puede explicar por factores internos y externos (40).

Entre los factores externos se resalta una ingesta alimentaria deficiente en antioxidantes, sobre todo en carotenos, puesto que constituyen el mejor indicador biológico relacionado con el consumo de frutas y verduras. Además, desde una perspectiva nutricional, el consumo de carotenoides, puede contrarrestar este problema mejorando la calidad del músculo (18), dado que existe evidencia de que el envejecimiento condiciona al sistema músculo esquelético en reposo a experimentar mayores niveles de estrés oxidativo, de igual forma ocurre durante la atrofia por inactividad, de la cual se infiere que el estrés oxidativo cumple una función en la aparición de la sarcopenia (41). No obstante, se han comprendido los beneficios directos del ejercicio en el mejoramiento de la oxigenación, al disminuir el estrés oxidativo.

Otro tipo de causas se relacionan con el sistema endocrino, las cuales pueden estar relacionadas con tres aspectos como son: la reducción en las concentraciones hormonales del crecimiento, la disminución en la producción de estrógenos y testosterona y la reducción en el nivel de concentración de la dehidroepiandrosterona (54), (18). En lo que respecta a la reducción de las concentraciones hormonales del crecimiento, el déficit de dicha hormona está implicado directamente en las causas originadoras de la sarcopenia. Esta disminución, es el resultado de una transformación en la frecuencia y nivel de secreción de la hormona del crecimiento (54). Al respecto, existen estudios que demuestran que el aumento de la concentración de dicha hormona durante el ejercicio, contribuye a la disminución de dicha causa.

Concerniente a la disminución en la producción de estrógenos y testosterona, la deficiencia de esteroides sexuales, consecuente con el envejecimiento, atrofia tanto el músculo como el hueso (36), (52). La disminución de las hormonas gonadales se correlaciona con la activación de mediadores inflamatorios, que pueden actuar como citoquinas catabólicas a nivel muscular. Cabe señalar, que las concentraciones de testosterona en adultos mayores, disminuye paulatinamente con la edad (36). Del mismo modo, la presencia de hipogonadismo se presenta con una probabilidad más del 20% en hombres mayores de 80 años (47).

Por otro lado, las concentraciones más bajas de testosterona, es consecuencia de la disminución relacionada con la edad, en la función de las células Leyding en los testículos (46), pues a este respecto, la evidencia señala que hombres con sarcopenia, tienen concentraciones menores de testosterona, que los que no tienen sarcopenia.

En lo que respecta a las mujeres, se observa una disminución de la fuerza muscular durante la menopausia, la cual está correlacionada con el descenso rápido en la producción de hormonas en los ovarios (43). Tanto los estrógenos como la testosterona actúan como inhibidoras del catabolismo hormonal, como son las interleuquinas 1 y 6, sugiriendo, que dicho descenso, correspondiente con la edad, puede ser producir efectos anabólicos directos e indirectos sobre el tejido muscular (35).

Por otro lado, en lo que corresponde a las causas relacionadas con la disminución de dehidroepiandrosterona (54), (18), se conoce que la disminución de dicha hormona relacionada con el proceso de control de la absorción del tejido adiposo, podría influir en la filtración de la grasa a nivel muscular. No obstante, no existen suficientes pruebas para corroborarlo con exactitud, pero sí evidencias suficientes

para demostrar que el ejercicio físico, ayuda a disminuir los niveles del tejido graso en el cuerpo (41).

Las causas relacionadas con el sistema nervioso se vinculan con la pérdida de las neuronas motoras alfa (4), (43), debido a que los cambios relacionados con el envejecimiento y deterioro de este sistema, influyen en la aparición de la sarcopenia, a través de la pérdida de las unidades motoras, a su vez, correlacionada con la disminución de la fuerza (18). Esto se debe a que las moléculas de adhesión celular mueren al interior del músculo envejecido, sugiriendo que dicha remodelación se dé como consecuencia de la denervación presentada con la edad, a medida que decrece la cantidad de moto neuronas alfa (51).

De otra parte, los factores nutricionales pueden ser una de las principales causas de sarcopenia por el déficit de la vitamina D, el cual es muy común en adultos mayores, que a su vez está relacionado con la pérdida de la masa y de la fuerza muscular (34), pues se sabe que la vitamina D tiene un efecto importante porque ayuda a aumentar la absorción de calcio en el tubo digestivo y también cumple una función importante sobre el depósito y la reabsorción del hueso (18). A esto se añade que una deficiencia de la vitamina D, reduce la función de la hormona de la tiroides, para la reabsorción e incluso desaparece (40).

Otro aspecto nutricional tiene que ver con una deficiente ingesta de proteína (46), dado que, como lo ha mostrado la ciencia médica, existe un doble juego en donde se enferman más los adultos mayores desnutridos, y sobre todo si están enfermos (4). En este contexto de ideas, un estudio señaló que la depresión, unida a la disminución de la sensación del gusto y olfato, así como la falta de piezas dentales, sumado al retardo en la defecación y a un tránsito intestinal lento, alteran la absorción de las proteínas contribuyendo al origen de dicha mal nutrición(44).

Existen desórdenes en algunos órganos específicos que podrían convertirse en causas de la sarcopenia, como son los de tipo gastrointestinal (44), los cuales estimulan la deficiente absorción de proteínas. También se observan otras fallas orgánicas a nivel del corazón, el hígado, los riñones o el cerebro (40). Todas estas fallas en los órganos inciden en el desarrollo de la sarcopenia, dado que causan deficiencias en el desarrollo de los procesos fisiológicos normales. Las causas asociadas al estilo de vida resaltan la poca o nula práctica de ejercicio físico (56), puesto que el poco uso del sistema muscular condiciona la aparición y desarrollo de la sarcopenia en la población adulta mayor (43), por el hecho que, como se ha demostrado, el ejercicio físico paralelo a impactar esta causa tiene efectos positivos en la mayoría de las causales (41). Del mismo modo, la caquexia, causada por la pérdida de apetito en adultos mayores, influye debido a la ingestión insuficiente de nutrientes, lo cual conduce a la pérdida muscular (4). Asimismo, el tabaquismo se relaciona debido a que existen estudios epidemiológicos que señalan la prevalencia de este en personas Sarcopénicas.

Entre las causas mixtas, se destacan la infiltración de grasa en el músculo (36), puesto que las personas con mayor grasa corporal pueden tener sarcopenia disfrazada(40). De igual forma, la grasa corporal, puede desempeñar un papel en la sarcopenia, influyendo en las hormonas y en las citosinas que afectan la masa del músculo, al mismo tiempo que, la infiltración de los lípidos es algo crucial en la resistencia a la insulina en las personas sanas y en las enfermas.

Por otro lado, también pueden influir algunas enfermedades, por el hecho de que las citosinas son agentes catabólicos desencadenantes de la pérdida de masa muscular (28). Así, entonces, los procesos inflamatorios comunes en los adultos mayores, son las artritis reumatoideas, osteoartritis; las cuales están relacionadas con el aumento de las citosinas (33).

Otro desencadenante puede ser el cáncer y los problemas relacionados con la síntesis de proteínas. En el primer caso, se desencadena una serie de reacciones fisiológicas que suman varias de las causales expuestas anteriormente sobre la sarcopenia, a parte de la necesidad de hospitalización, contribuyendo al avance negativo de la situación (40), y en el segundo caso, la masa muscular, como es su continua función de hacer y degradar el músculo, influye en la síntesis de proteínas, y con la proteólisis, en donde influyen algunas situaciones como la integridad osteomuscular y la infiltración de grasa en el músculo (40), (18).

Por otra parte, es de interés para el estudio describir las principales consecuencias de la sarcopenia, porque si bien ya se señaló la configuración multicausal de la sarcopenia y de los peligros dentro de una dinámica circular-espiral, se puede decir que las consecuencias de esta enfermedad se correlacionan de diferente forma dentro de un desarrollo negativo de la enfermedad (28); sin embargo en esta parte se explicarán las consecuencias en términos generales y luego se señalarán algunos efectos de la misma en la composición corporal y a un nivel clínico.

En términos generales, una de las consecuencias generalizadas de la sarcopenia es la reducción de la tasa metabólica basal, debilidad, disminución de los niveles de actividad, de la densidad mineral ósea, así como menores necesidades calóricas. De igual forma, el aumento relacionado con la masa corporal, en directamente proporcional al desarrollo de enfermedades como la hipertensión, dislipidemia e intolerancia anormal a la glucosa (51). A esto se suma, la disminución del gasto energético alrededor de un 15%, entre la tercera y octava década de vida, incidiendo en una disminución de la tasa metabólica basal en el anciano (7), (45).

También se ha encontrado que la sarcopenia limita al adulto mayor en la realización de muchas actividades de la vida diaria, convirtiéndose en un factor importante que conduce al deterioro de la calidad de vida y al aumento de la dependencia de los afectados (41).

La composición corporal constituye un nivel importante que desencadenan consecuencias como son: la disminución metabólica basal y el gasto energético (18), la disminución en la necesidad calórica, en la función inmunológica (44), en la síntesis e incremento de la degradación de proteínas. También durante la Enfermedad, podría aumentar la gluconeogénesis, mientras que las citogénesis se suprimen, de tal forma que las proteínas son utilizadas para la producción energética.

Paralelamente a lo anterior, se presenta una disminución en la capacidad termorreguladora (44), de igual forma, la pérdida de la masa muscular puede afectar la capacidad del organismo para regular la temperatura corporal en ambientes cálidos y fríos (40), mientras que en ambientes calurosos, el descenso en la masa muscular se relaciona con un mayor aumento de la temperatura en Kcal por kilo de peso (4), en cambio en un ambiente frío, la menor masa muscular se relaciona con la afectación de la capacidad de aislamiento periférico en el proceso termorregulador (46).

Así mismo, se presenta una disminución de la densidad ósea (40), en la sensibilidad a la insulina, por los tejidos periféricos (28), por razón de que el músculo es el principal órgano receptivo de glucosa, luego de una sobrecarga oral de esta misma. A este respecto, algunos autores señalan que la sarcopenia puede incidir en la disminución de la tolerancia a la glucosa durante el envejecimiento (40).

Las consecuencias a nivel clínico tratan lo concerniente al aumento de la mortalidad y de la necesidad de hospitalización. Se ha comprobado la existencia de una relación entre la masa muscular, la dependencia de la hospitalización y la mortalidad, independiente de otros factores de riesgo (4), así como también en la disminución en la marcha, sumado a la disminución de la flexibilidad, lo cual incide en el aumento de la probabilidad de caídas y riesgo de fracturas, aumento de la fragilidad y disminución de la tolerancia al ejercicio, y por ende, genera afecciones en la calidad de vida (43), (40).

#### **2.3.4. Diagnóstico y tratamiento de la sarcopenia**

Otro punto de interés en esta temática son las opciones de diagnóstico de la sarcopenia, para el cual existen técnicas o estrategias que se han desarrollado para diagnosticar la sarcopenia, a partir de tres perspectivas que involucran, la anatómica, la geriátrica y la fisiológica. La primera incluye, como su nombre lo indica la anatomía muscular, la segunda establece los límites entre la condición por el proceso de vejez, la patología y el límite entre pérdida de masa muscular como funcionalidad y fuerza (44).

Un aspecto a tener en cuenta es la estrategia diagnóstica, porque esta se basa en las variables de fuerza, masa muscular y rendimiento; por lo general, se usan dos indicadores para hallar una medida de la masa muscular: el Índice de Masa Muscular IMM y el Índice de Masa Esquelética (IME) (18). Esta incluye una fase previa de cribado, valoración de la velocidad de la marcha y la pérdida de fuerza muscular, así como síntomas clínicos de fatiga o debilidad muscular (18).

Ahora bien, en lo que respecta a los componentes de esta estrategia, la masa muscular se puede medir a través de una tomografía computarizada, de una resonancia magnética (DXA) (Densitometría utilizada para evaluar masa ósea), pero que, mediante un programa específico, puede usarse también para medir

masa muscular, grasa y hueso). Asimismo, puede usarse la bioimpedancia de multifrecuencia, y en la investigación se puede medir el potasio corporal total o parcial a fin de estimar la masa músculo-esquelética (44).

En lo que respecta al componente de fuerza, este puede medirse mediante un dinamómetro de mano (instrumento diseñado para medir la fuerza de presión en kilogramos) (49). Cabe señalar que la pérdida de fuerza (determinada por la masa muscular), es un fuerte predictor de limitaciones funcionales y discapacidad (47). Así entonces, para medir el riesgo de discapacidad, la fuerza de prensión manual isométrica guarda relación estrecha con la fuerza muscular de las extremidades inferiores (48).

Para la parte del rendimiento, se pueden utilizar diferentes pruebas, una de las cuales consiste en la velocidad de marcha (SPPB: Short Physical Performance Battery), según la cual, con la ayuda de un cronómetro se hace caminar al paciente una cierta distancia midiendo los tiempos, mientras en otro test se incluyen movimientos extensivos, comenzando la prueba con el individuo sentado, luego levantado, caminata ida-vuelta y sentarse varias veces (57).

Por otro lado, dentro de las opciones de tratamiento se encuentra:

### **A) Intervención Nutricional**

Esta parte se fundamenta en dos aspectos, el primero de los cuales involucra el consumo de proteínas y aunque la mayor parte de los estudios se han hecho modificando el contenido proteínico de la dieta (40), pocos de estos hablan sobre el efecto de dicha intervención sobre la sarcopenia (36).

## **B) Conservar la masa muscular**

Para el caso de la sarcopenia, el alto consumo proteico en el adulto mayor no es la única herramienta para la manutención de la masa muscular (36), por el hecho de que una dieta hiper proteica sin el correcto régimen de ejercicios, no brindará una correcta absorción para el proceso de la síntesis proteínas y por ende el aumento de la masa muscular no se dará de la mejor manera. Sin embargo, en lo que respecta al adulto mayor, estos factores dejan de ser relevantes, por el hecho de ineficiencia en una intervención sin un previo testeado del proceso degenerativo, por el cual todo ser vivo es afectado con el paso de la edad (46).

## **C) Intervención Farmacológica**

Comporta tres aspectos basados en el tratamiento sustitutivo con testosterona, u otros anabólicos (41), el tratamiento sustitutivo con estrógenos y las intervenciones sobre citoquinas y función inmune. Con relación al primero, algunos estudios, han utilizado dosis suprefisiológicas de testosterona en pacientes hipogonadales y los resultados similares a los obtenidos con ejercicios de resistencia (18); sin embargo, en adultos mayores existen dudas sobre la seguridad de este tratamiento, por los efectos secundarios sobre la próstata, así como las enfermedades cardiovasculares (41).

En lo que respecta al tratamiento sustitutivo con estrógenos (36), (18), se ha demostrado su eficacia en mujeres menores de 55 años a dosis plenas, al aumentar la masa magra, y disminuir la masa magra corporal, después de seis meses de tratamiento. No obstante, no se han mostrado diferencias importantes en aquellas mujeres que reciben tratamiento sustitutivo con estrógenos a largo plazo (46).

## **D) Intervenciones con Ejercicio Físico**

Tanto en el diagnóstico como en el desarrollo de todo paciente geriátrico, siempre que se relacione con el mantenimiento de la funcionalidad, la mejor opción terapéutica contra la sarcopenia es el ejercicio físico, por el hecho de que favorece el aumento de la masa y la función muscular (28). Además, se ha comprobado que es significativamente mejor que todas las intervenciones nutricionales y hormonales para estabilizar y revertir los efectos de la sarcopenia (51), algo que se verá más detalladamente en el siguiente eje temático.

### **2.3.4 El Ejercicio Físico**

El ejercicio físico siempre y cuando se practique de forma regular, proporciona beneficios fisiológicos e incluso psicológicos, para el individuo (58). Ahora bien, es necesario saber que existe una diferencia entre actividad física y ejercicio físico, pues la primera se refiere a cualquier clase de movimiento del cuerpo, producido por una contracción del nivel músculo esquelético, que aumenta el gasto energético; en contraste la segunda, implica en la realización voluntaria, estructurada y repetitiva de movimientos corporales específicos, con o sin la intención de mejorar algunas características del bienestar físico.

Respecto a esta parte, existen diferentes tipos de ejercicio para mejorar el estado funcional de los adultos mayores, como son los ejercicios aeróbicos, los ejercicios con entrenamiento de equilibrio (58) y los ejercicios de fuerza; que son precisamente en los que se hará mayor énfasis en esta trabajo de investigación, pero primero se analizará con más detalle la relación entre sarcopenia y ejercicio físico.

#### **2.3.4.1 Relación entre ejercicio físico y sarcopenia**

Los déficits relacionados con la función músculo esquelética, como es el caso de la sarcopenia, pueden ser tratados con los ejercicios de entrenamiento de fuerza

con sobre carga progresiva, porque así, los músculos desarrollan una fuerza contra una carga externa, que incluso, son un método efectivo y seguro, para aumentar la fuerza en las personas de la tercera edad (59).

A este respecto, por ejemplo, en una investigación llevada a cabo en el año 2019, sobre el efecto de un programa de entrenamiento de resistencia en sarcopenia de adultos mayores residentes en una casa de enfermería (60), y llevada a cabo sobre una muestra de 19 adultos mayores entre los 65-75 años, que fueron sometidos a un programa de ejercicios de fuerza 3 veces por semana, se obtuvo un aumento de la fuerza muscular, así como una mejora en el rendimiento físico (57).

De igual forma, otros estudios refieren que la capacidad de adaptación del nivel músculo esquelético, no se afecta biológicamente por el paso de los años, aunque la inactividad incida en la reducción de la morfología y función, porque cuando se somete al sistema neuromuscular, a diversos estímulos de tensión muscular, este será capaz de adaptarse (49). Así, puede inferirse entonces, que la sarcopenia tiene ciertos elementos modificables, dada la capacidad de adaptación del músculo al ejercicio físico (23). Esto se debe a que el ejercicio físico, no solo repercute positivamente en las propiedades contráctiles del músculo, sino también en las propiedades de la función muscular (59), (61). No obstante, dichos beneficios no se obtienen realizando cualquier tipo de ejercicio, sino básicamente los ejercicios de fuerza (58).

#### **2.3.4.2 El entrenamiento con ejercicios de fuerza**

El entrenamiento de fuerza se define como aquel que utiliza esta misma con el propósito de conseguir contraer el músculo, de tal forma que pueda incrementar al mismo tiempo, la resistencia anaeróbica, la fuerza muscular y el tamaño de los músculos (59). En la actualidad, este tipo de entrenamiento, es considerado uno

de los métodos más eficaces, para revertir los efectos de la sarcopenia, incrementar la masa muscular y la fuerza, mejorando la adaptación neuromuscular(61), (62), además este tipo de ejercicios no solo mejora la masa y la potencia muscular, sino que también incide positivamente, sobre otros aspectos como el equilibrio, la capacidad aeróbica, la flexibilidad, e incluso en algunas limitaciones funcionales ( velocidad de marcha, o subir escaleras, por ejemplo) (58).

Los ejercicios de fuerza se clasifican en ejercicios de baja intensidad (EFBI <40% de 1 RM), moderada intensidad (EFMI 40-60% de 1RM), y de alta intensidad (EFA>60% de 1RM) (49).

Para el EFAI progresivo se recomienda utilizar de 60 a 80% de 1RM en 3 series de 8 a 12 repeticiones tres veces por semana (49). No obstante, se debe tener en cuenta aspectos como la condición física, la edad, el estado de salud, los grupos musculares entrenados, el nivel de supervisión de entrenamiento y la velocidad de progresión, dado que dichas condiciones, determinan la cantidad de fuerza que deberá ganarse con esta clase de ejercicio (34).

Sin embargo, es muy importante tener en cuenta, que aunque los ejercicios de fuerza de alta intensidad progresivos, son los más indicados para el entrenamiento y prevención de la sarcopenia, al momento de trabajar con adultos mayores que presenten alguna dificultad para ejercitarse, deberán utilizarse programas de menor intensidad, ya sea por el temor de ellos a causarse dolor en las extremidades, o por el esfuerzo y/o dificultad para moverse por alguna debilidad (49).

El entrenamiento de fuerza tiene algunos componentes que se desarrollan dentro de la modalidad de circuitos con intensidad del 70-90% de IRM, haciendo énfasis

en el movimiento excéntrico, por lo menos dos días a la semana no consecutivos (58)(59)(61). Esto se debe a la mayor duración que tiene la retención en la mejora de la fuerza muscular en las personas mayores, después de participar en programas de entrenamiento sistemático de fuerza máxima, siempre que la intensidad y la duración del periodo de entrenamiento sean suficientes (39). Estos programas deberán seguir unos principios básicos como son: el principio de sobrecarga, el principio de progresión, especificidad e individualidad del entrenamiento y reversibilidad (57).

Teniendo eso presente, los programas de entrenamiento deberán producir un estímulo lo suficientemente intenso por encima del que producen las actividades de la vida diaria, como para obtener la respuesta de adaptación deseada (principio de sobrecarga), pero sin llegar a producir agotamiento o esfuerzo indebido (58). Una vez adaptado el organismo a dicho estímulo, será necesario modificar y/o incrementarlo, para que siga progresando (principio de progresión).

Ahora bien, si las cargas de entrenamiento no se aumentan paulatinamente (entrenamiento de fuerza progresiva), los músculos se adaptarán al nivel de fuerza, solicitando los mismos niveles de fuerza, en tanto no se someta al sistema neuromuscular a un mayor estímulo (46), (63). Por último, el entrenamiento de fuerza deberá especificarse para los diferentes grupos musculares más utilizados, y con transferencia directa (principio de especificidad), hacia actividades de la vida cotidiana como sostener una bolsa de compra o subir escaleras.

#### **2.3.4.3 Entrenamiento de fuerza en personas mayores y sus beneficios**

Si bien es cierto que el ejercicio físico proporciona múltiples ventajas en todas las etapas de la vida, en la tercera edad, toma un carácter más importante (51). No obstante, para obtener un mayor provecho, este debe basarse en la práctica de un ejercicio racional y adaptado al colectivo (principio de individualización), teniendo

en cuenta aspectos como la condición física y el estado de salud (59), (61). Es por eso que, entre todas las demás formas de ejercicios, la práctica del entrenamiento de fuerza, ofrece unas ventajas que no tienen otras disciplinas como son la resistencia, la manutención del músculo esquelético y la mejora de la calidad de vida.

Para las personas más ancianas, el entrenamiento con ejercicios de fuerza aumenta la masa muscular, la potencia y la función muscular. Al mismo tiempo que mejoran otros parámetros objetivos del síndrome de la fragilidad, entre ellos la velocidad de la marcha y el tiempo para levantarse de una silla (4). Del mismo modo, se ha podido determinar que el ejercicio físico de fuerza, basada en frecuencias más altas, reporta un mayor beneficio de ganancia muscular para la población de la tercera edad, atenuando alteraciones a nivel músculo esquelético (42). Esto se logró a través del entrenamiento con ejercicios de fuerza con sobrecarga progresiva, donde los músculos respondieron fisiológicamente aumentando el tamaño de las fibras, derivadas de la síntesis proteica (34).

No obstante, para evidenciar un beneficio significativo, con las personas de la tercera edad, se recomienda una intensidad de 2 a 3 veces por semana, para una ganancia en la velocidad de marcha y el equilibrio a nivel funcional (59); por esto se hace necesario una previa planificación de entrenamiento dirigido al adulto mayor, posterior a la valoración, para evaluar sus capacidades y potenciar los resultados a nivel de salud (64). Un estimado de duración de ejercicio físico riguroso oscila de 65 a 75 minutos, respetando los tiempos de descanso entre sesiones, recomendación sugerida por las pautas de actividad física para estadounidenses en el año 2008. Sin embargo, no es recomendable realizar entrenamientos de baja intensidad ( $\leq 50\%$  1RM), puesto que, se evidencia por medio de intervenciones controladas, no ser un estímulo suficiente a esa intensidad, para generar ganancias de fuerza y masa muscular, por ello, se

recomienda de alta intensidad (es decir, 80% 1RM) respetando el aumento progresivo de las cargas (64).

En algunos casos más específicos, los adultos mayores en rehabilitación cardíaca son una población más vulnerable al tener el doble de morbilidad y mortalidad en comparación con otros adultos mayores relativamente “sanos”; de ahí que, la actividad física y el entrenamiento, son comúnmente utilizados como herramienta para mejorar la función física y disminuir la fragilidad, evitando caídas y disminuyendo el riesgo de lesiones, dando mayor estabilidad al musculo esquelético (65).

La intensidad, el tipo de ejercicio y el número de series, deben estar en equilibrio con la técnica de ejecución del ejercicio, minimizando todas las posibles lesiones por ser una población muy delicada, siendo más provechoso la práctica de ejercicios de fuerza por medio de máquinas y no realización de peso libre, trabajando a una intensidad ( $\leq 60\%$  1RM) en periodo de adaptación e ir progresivamente hasta un (80% de 1-RM) (65).

De igual manera, es importante el papel que juega la nutrición para maximizar el proceso de manutención y ganancia muscular, ya que es necesaria una síntesis proteica para la correcta recuperación del musculo esquelético posterior al entrenamiento (56). Por otro lado en la población con obesidad Sarcopénica no solo basta con una ingesta rica en proteínas, sino la dieta que debe centrarse en los cambios de la composición corporal, dando prioridad a ejercicios de fuerza y resistencia como lo recomienda Villareal en su estudio, donde demostró los efectos positivos de una dieta para adelgazar con ejercicio físico riguroso, esto evidenciado por el (Test de Rendimiento Físico) (55). Además del beneficio que trae el acompañamiento de una dieta rica en proteínas, con el entrenamiento de fuerza sobre el tono muscular, ayudando a la recuperación post entrenamiento,

siendo un excelente aliado para disminuir la prevalencia de padecer sarcopenia (66).

#### **2.3.4.4 recomendaciones previas para realizar un programa de ejercicios físicos de fuerza en la población adulta mayor**

Primero que todo, es recomendable un proceso “individualizado” en la prescripción del entrenamiento de fuerza, teniendo precaución con el adulto mayor, en cuanto a la tasa de progresión” (64), dado que, “la rehabilitación es un componente esencial del cuidado de la salud, en dicha población, y el programa dependerá de las características particulares de cada paciente” (28), (65), (55). En este mismo orden, el Colegio americano de medicina del ejercicio físico recomienda que todos los que deseen “iniciar un programa vigoroso de ejercicio, deben ser sometidos a exámenes de estrés supervisados por médicos, la evaluación para todos puede ser impráctica y constituir un obstáculo para su realización”. Por ello, “si la recomendación es caminar o participar en programas de baja intensidad, las pruebas probablemente no sean necesarias” (60).

En el adulto mayor, sobre todo en el frágil o con patologías múltiples, los programas son diferentes y primero se intentará mejorar la fuerza con ejercicio de baja intensidad, para posteriormente aumentar la duración y la intensidad (59).

Antes de comenzar la sesión de ejercicio, es recomendable, por lo menos cinco minutos de calentamiento para que puedan incluirse actividades como estiramiento, caminar despacio e incluso pedalear. El calentamiento aumentará el gasto cardíaco y mejorará la perfusión central y periférica (61), (55). Como fase de enfriamiento puede realizarse una caminata lenta o incluso más estiramiento y dicha fase debe durar entre 10 a 15 minutos, preferiblemente bajo observación. Esta parte del programa, permitirá el retorno venoso a pesar de la vasodilatación

periférica, además de disminuir la incidencia de complicaciones post ejercicio, asociadas al aumento de catecolaminas, hipotensión y pérdida de calor (57).

Para el entrenamiento de la fuerza existen algunas recomendaciones especiales a la hora de iniciar un programa de fuerza, una de las cuales consiste en iniciar con el peso más ligero del aparato, o si se usa 1RM, empezar de 30 a 40%; en cambio, si levanta el peso cómodamente, más de 15 veces o si el paciente lo nota ligero, se aumentará 5% la próxima serie; la meta es que haga entre 8 y 12 repeticiones” (66).

Por último, para el entrenamiento de fuerza con adultos mayores, no es necesario utilizar equipos sofisticados para los programas de entrenamiento, dado que, con una técnica adecuada y el uso de dispositivos simples para levantar peso, son suficientes, por ejemplo, se pueden utilizar bolsas pegadas con velcro en las muñecas y tobillos, llenas de arena, balines u objetos de la casa como botes de leche o jugo e incluso latas de comida de diferentes tamaños (57), (34).

## **2.4 MARCO LEGAL**

Como primera autoridad legal, la Constitución Política de Colombia de 1991, enmarcada dentro de un Estado democrático y social de derecho, señala a través de su artículo 46, que el Estado, como la sociedad y la familia son los primeros en otorgar protección y asistencia a las personas de la tercera edad, promoviendo su integración a la vida activa y comunitaria (21), por lo cual, dicha población se le deberá garantizar los servicios relacionados con la seguridad social integral, así como el subsidio alimentario en caso de emergencia (67).

Por otra parte, en lo que respecta al tema de la recreación, el artículo 52, refiere el reconocimiento que se hace en la Constitución, al derecho que tienen todas las personas a la recreación, a la práctica del deporte y al aprovechamiento del tiempo libre (21), añadiendo que el Estado será el encargado de fomentar dichas actividades, e inspeccionar las diferentes organizaciones deportivas, cuya estructura deberá ser democrática.

En este orden de ideas, el Estado colombiano, a través del Ministerio de Salud y Protección Social, aprobó el Plan Decenal de Salud Pública (68), PDSP 2012-2021, como el documento oficial del gobierno nacional, para dar respuesta a los diferentes desafíos en salud pública, por medio de unas líneas de trabajo, del contexto de la protección social, y las capacidades técnicas en los ámbitos nacional y territorial, para la planeación, junto con la ejecución, seguimiento y evaluación de las intervenciones en salud pública.

En este documento se halla el inciso #8.1.4.2 titulado: “Envejecimiento y Vejez”, que contempla todas aquellas acciones e intervenciones del estado a nivel de salud y protección social, para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas mayores. Así mismo, dentro de sus objetivos principales se destaca, por ejemplo, la promoción del envejecimiento activo durante todo el curso de la vida, y en todos los ámbitos cotidianos, mediante el desarrollo de una cultura positiva de la vejez, para la población colombiana (42). Otro objetivo importante que se plantea, es fortalecer la atención integral y la prestación de los servicios para la población > 60 años, haciendo énfasis en la articulación de programas, y el trabajo intersectorial.

De la misma forma, cabe destacar, entre las metas planteadas para este componente, el inciso en donde se plantea que para el año 2021, Colombia

deberá tener un modelo de envejecimiento activo, promovido y adoptado a nivel nacional y territorial por el Ministerio de Salud y Protección Social.

Así mismo, en los incisos del “e” hasta el “g” se enfatiza en el envejecimiento activo de la población colombiana, expresándose en los siguientes términos: “para el año 2015, el 80% de las entidades territoriales de ámbito departamental, distrital y municipal, desarrollarán estrategias intergeneracionales, para promover el envejecimiento activo en toda su población, y añade que al 2021, el 100% de los departamentos, distritos y municipios, desarrollarán programas para promover el envejecimiento activo en toda la población, contando para ello con planes y programas intergeneracionales, para promover una sociedad para todas las edades (68) y por último, en el inciso “g”, se habla de que al 2016, el 100% de las entidades territoriales y municipales, contarán con centros de vida para promover la inclusión social de las personas mayores, y el envejecimiento activo, desarrollando estrategias de apoyo y fortalecimiento familiar, social y comunitario.

Para el modelo de políticas de atención Integral en salud PAIS se resalta en la diferenciación población, la participación de enfermedades crónicas con un incremento del 76% al 83%, lo cual indica un patrón epidemiológico evidencian crecimiento en expectativa de vida limitado por la muerte prematura y la discapacidad, sin embargo, no podemos hablar de aumento de la expectativa, sin hacer referencia a la calidad de vida, ya que se han logrado grandes avances en lo relacionado con cobertura, acceso y equidad para toda la población, priorizando adulto mayor (69).

Otro pilar que respalda y cobija la población adulto mayor son las Rutas Integrales de Atención en Salud “RIAS” (70), quien en su matriz de intervención habla de la vejez como el grupo poblacional que incluye toda persona dentro de los 60 años en adelante, garantizando sus derechos y activos, tomando decisiones que

beneficien a su futuro, en espacios familiares, sociales, económicos, políticos, culturales y ambientales de los que hacen parte. Dando prioridad a los grupos en riesgo, que en su mayor parte está conformado por el conjunto de personas con factores de riesgo y estrategias de promoción en los servicios en salud, apoyando los distintos programas de salud pública (70).

Otros aspectos a tener en cuenta con la promoción del envejecimiento activo, a través de una cultura positiva de la vejez, una de las que se puede resaltar en esta parte, es el inciso f, en donde se busca promover el autocuidado y voluntariado para la salud de la población mayor, a través de acciones que fomenten el acceso a la cultura, la educación y la recreación, las nuevas tecnologías, los ambientes saludables, entre otros, con miras al mejoramiento de las condiciones de vida de la generación actual, y futuras personas mayores (68).

Otro soporte legal consiste en la Ley 181<sup>o</sup> de 1995 ley del Deporte (71), cuyo objetivo principal, es la creación del Sistema Nacional del Deporte, la recreación, el aprovechamiento del tiempo libre, la cual en el capítulo primero, relacionado con las disposiciones preliminares, en el numeral cuatro, habla sobre la formulación y ejecución de programas especiales , para la educación física, psíquica, sensoriales, tercera edad, y sectores vulnerables, a fin de facilitarles oportunidades de prácticas deportivas. Así mismo, se plantea la práctica del deporte, la recreación, y el aprovechamiento del tiempo libre, como elementos fundamentales de la educación, y factor básico, para la formación integral de las personas (71).

Por último, otra disposición legal conocida como “La Política colombiana de Envejecimiento y Vejez 2015-2024” (72), la cual es un documento que actualiza la política nacional de envejecimiento y vejez, que ya se había formulado a finales del año 2007, en cumplimiento de lo dispuesto por la Ley 1151 de 2007. Esta

política colombiana de envejecimiento humano y vejez, se dirige a todas las personas residentes en Colombia, especialmente a aquellos > 60 años o más, dándole mayor importancia a los que se haya en condiciones de desigualdad económica, cultural o de género.

Entre los objetivos de esta misma política se pueden destacar, la obligación de promover la garantía, realización, y protección del conjunto de los derechos humanos y las libertades fundamentales para todos, a través del ejercicio efectivo de los derechos, así como el cumplimiento de las obligaciones ciudadanas, en todos los niveles de la sociedad promoviendo la igualdad y la equidad ente hombres y mujeres, junto con los derechos de las personas adultas mayores (73).

## **2.5 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Luego del análisis y revisión comparativa de los diferentes artículos y otros documentos relacionados con la problemática que constituye la razón de ser de este trabajo, se pudo constatar que, el tema ha sido investigado ampliamente por diversos autores sobre todo a nivel internacional, y otros pocos a nivel nacional. No obstante, cabe señalar, que, entre todos esos, se seleccionarán aquellos que brindan mayores aportes a la presente investigación.

A nivel internacional en Bruselas, Bélgica, en el año 2019, Beckwee y Cols, realizaron un trabajo de revisión sistemática titulada: “Intervenciones de ejercicio para la prevención y tratamiento de sarcopenia, una revisión sistemática de paraguas”, publicado por el Departamento de investigación sobre fragilidad en el envejecimiento, por la Universidad de Vrije. Este trabajo tuvo como objetivo principal, proporcionar un resumen sobre la eficacia de diferentes intervenciones con ejercicios para contrarrestar sarcopenia en los adultos mayores. Se utilizó

como metodología una revisión sistemática, con base en el nivel de evidencia y la formulación de recomendaciones específicas, para la práctica clínica.

Entre los resultados obtenidos, se identificaron 14 revisiones sistemáticas o meta análisis, involucrando 4 categorías de ejercicio, como fueron el entrenamiento de resistencia, sumado a suplemento nutricional, programas de ejercicio multifuncional y entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo. Los autores de este trabajo concluyeron que debido a que la sarcopenia afecta a toda la parte musculo esquelética del cuerpo, era necesario entrenar los grupos de músculos grandes, a través de un enfoque corporal total, enfatizando que, aunque el entrenamiento de resistencia de baja intensidad menor o igual al 50% 1RM, es suficiente para ganar fuerza, es mejor aún un programa de entrenamiento de resistencia de alta intensidad (80% 1RM), para obtener ganancias de fuerza máxima.

Otros dos trabajos a nivel internacional corresponden ambos al año 2018, uno en China y el otro en Suecia. Con relación al primero, es un artículo de investigación, realizado por Chiu et al., titulado: "Efectos del entrenamiento de resistencia en la composición corporal y la capacidad funcional, entre residentes con obesidad Sarcopénica, en centros de atención a largo plazo: Un estudio Preliminar". El objetivo fue conocer los efectos del entrenamiento de resistencia en la composición corporal y la capacidad funcional en individuos con obesidad Sarcopénica.

Se utilizó un estudio con diseño cuasi experimental, donde se eligieron aquellos residentes >60 años, que hubiesen tenido un estilo de vida sedentario en las instalaciones de LTC durante un periodo de 12 semanas, mientras que el grupo de control, fue sometido a la atención habitual, teniéndose en cuenta variables como delgadez, gordura, fuerza de agarre. Los resultados correspondieron a un total de

64 encuestados con S.O quienes completaron el estudio, después del entrenamiento, fuerza de agarre total ( $p=0,001$ ) y resistencia total al pellizco ( $p=0,014$ ), del grupo de intervención, difirieron considerablemente de los del grupo de control.

Del mismo modo, la fuerza de agarre derecha del grupo de intervención aumentó en 1,71 kg ( $p=0,003$ ), y la fuerza de agarre con mano izquierda mejoró en 1,35 Kg ( $p=0,028$ ), en comparación con los valores de referencia. Se concluyó que los ejercicios de resistencia para los residentes de edad avanzada, en las instalaciones de LTC, desempeñaron un papel importante para ayudarlos a conservar la fuerza muscular y el bienestar físico.

Con respecto al otro trabajo del año 2018, realizado en Suecia por Vikberg et al., titulado: "Efectos del Entrenamiento de resistencia sobre la fuerza funcional, y la masa muscular en personas de 70 años con pre sarcopenia: un ensayo aleatorio controlado", se planteó como objetivo examinar los efectos de un programa de entrenamiento de resistencia dirigido por un instructor, durante 10 semanas, sobre la fuerza funcional y la composición corporal en hombres y mujeres de 70 años con pre sarcopenia. Con relación a la muestra, los participantes fueron asignados al azar, a un periodo de 10 semanas, de un régimen de entrenamiento físico, incluyendo un suplemento nutricional opcional ( $n=1/4$  36), a un grupo de control ( $n=1/4$  34).

Entre los resultados se resalta que la intervención no tuvo efectos significativos sobre SPPB, en la cohorte total (PAGS  $n=1/4$  18), y que, al comparar dichos cambios entre el grupo de intervención, con el grupo de control, aquellos que recibieron la intervención en la sub cohorte masculina, aumentaron 0,5 pts en SPPB, durante seguimiento, en comparación con los controles masculinos. Los investigadores concluyeron que un programa de entrenamiento de resistencia funcional y fácil de

implementar es efectivo para mantener la fuerza funcional, y aumentar la masa muscular en adultos mayores.

En Chile , en el año 2015, Poblete et al., realizaron un artículo publicado en la Revista de Ciencias de la Actividad Física , en la Universidad Católica del Mauche, el cual llevaba como título: “Funcionalidad, Fuerza y Calidad de Vida en Adultos Mayores Activos de Valdivia, la investigación tuvo como objetivo principal, describir los parámetros físicos condicionantes, y calidad de vida, en adultos mayores activos, pertenecientes a la ciudad de Valdivia, se basó en un estudio de carácter descriptivo y de corte transeccional, con un diseño no experimental, utilizando una muestra conformada por 30 adultos mayores, en la cual todos ellos contaban con un consentimiento informado previamente firmado.

Los autores, luego de determinar el nivel de fuerza, funcionalidad y calidad de vida en adultos mayores de Valdivia, observaron la forma en la que los resultados mostraron que la clasificación de fuerza, encajaba dentro de las categorías normal y fuerte, comprendiendo el 76,6% de la muestra que se había estudiado, mientras que, para la funcionalidad arrojó un resultado del 83,3%, por lo que, la percepción de calidad de vida con un promedio de 71,2 estaba dentro de la calidad de vida óptima, razón por la cual llegaron a la conclusión, de que el mantenimiento de las cualidades físicas como la fuerza y funcionalidad, son directamente proporcionales a la mejora de la percepción de la calidad de vida.

A nivel nacional, en Colombia, en el año 2018 se encontraron dos trabajos importantes, uno en la ciudad de Manizales, y el otro en la ciudad de Bogotá, de los cuales el primero fue realizado por Vidarte, a través de la Universidad Autónoma de Manizales, titulado: “Efecto de un programa de intervención funcional sobre la fuerza en ancianos sarcopénicos”, el cual tuvo como objetivo

principal, determinar el efecto de un programa de intervención funcional en la fuerza muscular en ancianos sarcopénicos de Manizales, Colombia.

La metodología se basó en un estudio analítico de intervención cuasi experimental, con cegamiento de los evaluadores en el antes y después, utilizando para ello una muestra de 28 ancianos diagnosticados con sarcopenia, tomando como base los criterios del Grupo Europeo de Trabajo sobre la Sarcopenia en Ancianos (EWGSOP). La intervención funcional consistió en un entrenamiento muscular con incremento progresivo de ejercicios de fuerza en 3 sesiones durante 12 semanas, evaluándose la fuerza mediante dinamometría y un test de fuerza. El resultado obtenido fue que, cuando se compararon las variables de fuerza antes y después de la intervención (en hombres y mujeres), se hallaron cambios estadísticamente significativos, en el número de repeticiones de fuerza del bíceps y del cuádriceps.

El autor de la investigación concluyó que la fuerza muscular de los ancianos Sarcopénicos, posterior a la intervención funcional, produjo cambios favorables en ambos sexos, corroborando hallazgos previos de la literatura médica.

El segundo trabajo registrado en la ciudad de Bogotá, adscrito a la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA del programa de Ciencias del Deporte, y lleva como título: “Efectos de un Programa de Fuerza en el Adulto Mayor, por medio de la Aplicación de Trabajos con Autocarga y Bandas Elásticas”. El objetivo principal, consistió en determinar el efecto de un programa para la prescripción del ejercicio en fuerza con trabajos de auto carga y ejercicios con bandas elástica en adulto mayor sedentarios. La metodología se basó en un estudio de tipo experimental, fundamentado en un enfoque cuantitativo, utilizando una muestra de 25 adultos mayores, con edad promedio de 67 años.

Entre los resultados obtenidos se evidenció un aumento del porcentaje de fuerza a nivel general en el grupo de mujeres, también se evidenció una mejora en la capacidad aeróbica, el aumento de la flexibilidad, y de fuerza; se concluyó que es posible desarrollar las capacidades físicas y mejorar la calidad de vida en adultos mayores, a través de un programa de 8 semanas, tres veces por semana, mediante ejercicios de auto carga, complementándose con ejercicios de bandas elásticas.

En la esfera local existen vacíos investigativos, porque en la búsqueda realizada en diversas bases de datos no fue posible encontrar estudios que brindarán aporte a la presente investigación a realizar, cabe aclarar que existen programas que vinculan a la promoción de la actividad física en el adulto mayor, sin embargo, no hay un registro en el cual se pueda observar el número de esa población y tampoco fue posible encontrar registro de los programas de intervención realizados.

## **2.6 MARCO CONTEXTUAL**

De acuerdo con el Informe de Salud Pública para el municipio de Montería, sobre las causales e índices de mortalidad y morbilidad durante el periodo 2009-2016, se señaló que las mayores tasas de mortalidad estuvieron representadas por aquellas enfermedades clasificadas dentro del grupo de “las demás causas”, seguida por las enfermedades del sistema circulatorio, y muy por debajo de las neoplasias. Así mismo, señaló también que, durante el mismo periodo, entre las enfermedades transmisibles relacionadas con las tasas de mortalidad, tanto en hombres como en mujeres, estuvieron las infecciones respiratorias agudas (IRA), seguida por el VIH (SIDA), mientras que en los hombres la principal causa de

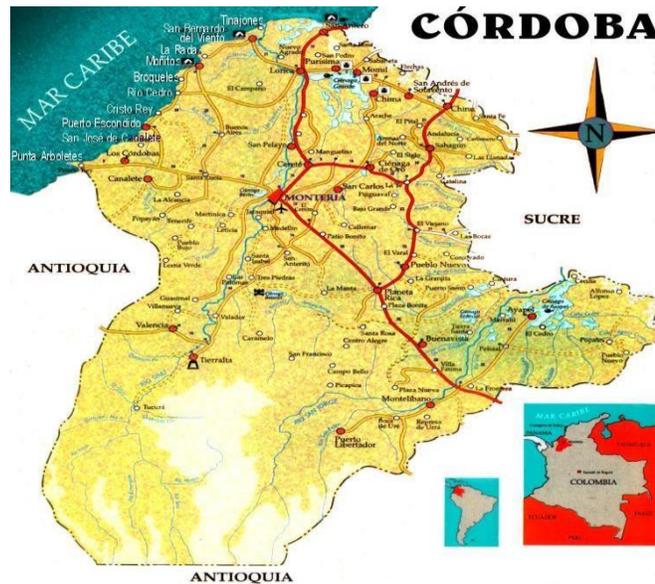
mortalidad se halló en el grupo de las neoplasias, como, por ejemplo, los tumores malignos de próstata (74).

Ahora bien, con relación a las morbilidades durante el mismo periodo 2009-2016, el mismo documento señala la realización de un análisis por grupo etario, en donde encontró que las mayores causas de enfermedad, se hallaban dentro del grupo de la primera infancia, con las enfermedades no transmisibles, (34,8%), con la mayor atención en las mujeres (32,44%), mientras que en los hombres fue de 32,06%, señalando al mismo tiempo, que las posibles causas de los cambios en dicho grupo pudo haber sido el aumento de las infecciones respiratorias, los malos hábitos alimenticios, y/o la desnutrición, entre otros.

Con relación al grupo de los adultos mayores de 60 años, las causas de morbilidad, se relacionaron principalmente con las enfermedades no transmisibles, resaltándose que la morbilidad atendida para dicha población fue del 76, 57%, lo cual demuestra un dato muy importante que relaciona estos datos con el impacto positivo que tendrá la presente investigación relacionada con la Sarcopenia como enfermedad no transmisible, en la población de adultos mayores en la ciudad de Montería, capital del departamento de Córdoba.

Córdoba se caracteriza por ser un departamento donde su principal actividad económica se basa en la agricultura y la ganadería, mientras que, su capital Montería, tiene una población aproximada 490.935, cifra descrita por el DANE en el año 2018 (75), la cual se encuentra distribuida en 3.141 km<sup>2</sup> comprendiendo este su territorio, con una temperatura aproximada de 32 °C, siendo un clima cálido tropical. El municipio de Montería, ubicado en la Costa Norte de Colombia, limitando con Antioquia, Bolívar, Sucre, y Cesar, como se puede observar en el mapa que aparece abajo.

**Figura 1 Mapa Monteria, Departamento de Corodoba, Colombia**



Fuente: Portal web Gobernacion de cordoba.

Para el contexto local, Monteria se encuentra actualmente en la aplicación y realización de diferentes programas y proyectos en sus diferentes esferas, en pro de la promoción de hábitos y estilos de vida saludable, planes de movilidad, planes de promoción social entre otros.

Para el caso de las enfermedades Crónicas no transmisibles como la hipertensión arterial y la diabetes, sinodo patologias de interés en salud pública por el acto impacto en la colectividad de una población. Se puede observa que la poblacion mas afectada es la que entra en el rango de la tercera edad, la cual junto con la diabetes mellitas se encuentran dentro de las primeras causas de morbilidad y mortalidad en el departamento de Córdoba, superando a otras patologías infecciosas como la enfermedad diarreica aguda y la infección respiratoria aguda.

Se observa que estos indicadores se comportan de manera casi igual en Córdoba y Colombia, lo cual se puede deber a estilos de vida no saludables, que pueden desencadenar un aumento de dichas patologías, esto descrito por la secretaria de salud departamental (76).

El presente programa fue realizado en el barrio "Mocari" ubicado al norte de la ciudad de Montería, siendo un barrio que en su principio se caracterizó por ser un corregimiento de Cerete, pero con la constante expansión de la ciudad de Montería este paso a ser un corregimiento de la capital ganadera (77), el cual en la actualidad cuenta con un hospital público para el fácil acceso de esta población, brindando las prestaciones básicas de salud, programas de promoción y prevención.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO DE ESTUDIO**

El término cuasi experimental, incluye aquellos tipos de investigación en donde los sujetos de estudio, no están asignados aleatoriamente (78) por lo tanto, puede decirse que los estudios cuasiexperimentales son aquellos que tienen como propósito, poner a prueba una hipótesis, a través de la manipulación de por lo menos una variable independiente (78). Esto mismo está en armonía con lo que plantean otros autores, al mencionar que los estudios con diseños cuasi experimentales, generalmente se aplican a situaciones reales, en las que no se pueden formar grupos aleatorizados, pero donde sí es posible manipular la variable experimental (79).

El estudio fue de tipo cuasi - experimental, con un enfoque cuantitativo; mediante el cual se implementó un protocolo de intervención de 12 semanas a un grupo de personas mayores, pertenecientes a un Programa de Extensión de la Universidad de Córdoba con residencia al norte de la ciudad de Montería, Córdoba, Colombia.

De acuerdo con Vásquez (80), todo estudio de carácter experimental, se centra en la búsqueda de evaluar diferentes actividades y programas, esto por medio de una intervención llevada a cabo por el investigador, manipulando las condiciones de la investigación, para así limitar los sesgos; esta intervención debe ser realizada en un programa donde se manipulen una o más variables, con el fin de analizar el impacto de estas variables sobre la población (81).

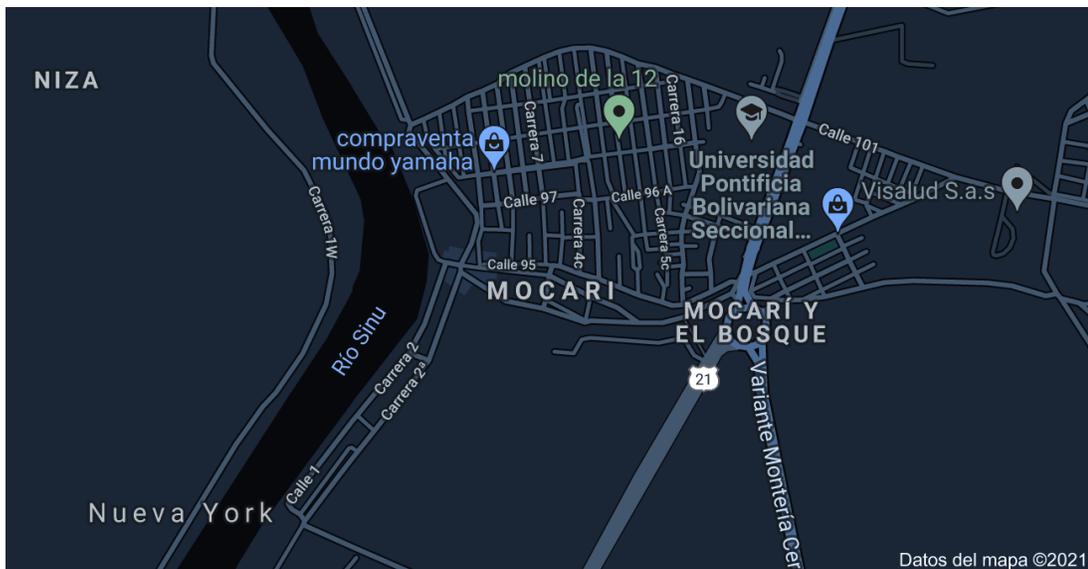
Para la recolección de la información se utilizó como base el modelo pre establecido por el Consenso europeo sobre sarcopenia en el adulto mayor, el cual brinda un protocolo y herramientas validadas científicamente para la medición y abordaje de esta población.

### 3.2 CONTEXTO DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en la ciudad de Montería en el barrio Mocarí, sector de escasos recursos donde la mayoría de la población a quien se aplicó el protocolo de intervención, informaron que su estrato social es 1.

El acercamiento a este grupo poblacional de adultos mayores se realizó gracias a los registros del grupo de extensión del Programa de Enfermería de la Universidad de Córdoba, por consiguiente, se gestionó, planifico y organizo de la mano con la líder del grupo comunitario.

**Figura 2 Mapa Barrio Mocari, Monteria, Departamento de Cordoba, Colombia**



Fuente: Portal Mapas de America GPS

### **3.3 POBLACIÓN**

La población estuvo conformada por los adultos, cuya edad fue mayor a 60 años, que haya decidido voluntariamente participar en el estudio, utilizando para este propósito un consentimiento informado y pertenecientes del grupo de extensión de la universidad de Córdoba, residentes en el barrio Mocarí al norte de la ciudad de Montería. Se escogieron ciertas características, en función de las variables establecidas en la investigación, con el fin de que todos los participantes tengan un mayor grado de homogeneidad; El grupo estuvo conformado por 36 adultos mayores, quien semana a semana se les llevó control y registro de las asistencias y las muestras tomadas tanto grupal como individualmente.

Para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la técnica de muestreo aleatorio simple.

#### **3.3.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Los participantes incluidos para el presente estudio serán seleccionados de acuerdo a las pautas establecidos el Documento N° 2, del Consenso Europeo sobre Sarcopenia en Adultos Mayores. Entre dichos criterios, se encuentra: que sean adultos mayores de 60 años, aparentemente sanos, residentes de un área determinada, en este caso aplicado a los habitantes del barrio mocari, pertenecientes al grupo de extensión de la universidad de Córdoba, ubicado en la ciudad de Montería.

#### **3.3.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Se excluirán todos aquellos adultos mayores que no cumplan con las siguientes características:

Menores de 60 años, que presenten alguna discapacidad física (Síndrome de Inmovilidad), personas con presión arterial alta (hipertensión) no controlada, personas con algún desorden cognitivo. Es necesario aclarar que, si durante el proceso de la aplicación de los test, algún adulto mayor no se encuentra en condiciones para realizar las pruebas, el investigador está en la obligación a descartarlo, aunque ya haya iniciado el protocolo de intervención, prescindiendo del participante e independientemente de en qué fase de su desarrollo se encuentre.

### 3.4 MUESTRA

La muestra es representada por 36 adultos mayores residentes del barrio Mocari al norte de la ciudad y pertenecientes al grupo de extensión de la universidad de Córdoba, El tipo de muestreo No probabilístico por conveniencia ya que se utilizó toda la población que cumpliera con los criterios de inclusión (82), (32).

$$n = \frac{Z^2 pq \cdot N}{E^2 (N - 1) + Z^2 \cdot pq}$$

**Donde:**

- N = Total de la población
- n = tamaño de la muestra
- Z= 1.96 (si la seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.05) (80).

**Tabla 2. Valor poblacional del estudio (barrio mocari)**

<b>N =</b>	<b>36</b>
<b>Z =</b>	<b>1.96</b>
<b>p =</b>	<b>0.05</b>
<b>q =</b>	<b>0.05</b>
<b>d =</b>	<b>0.05</b>
<b>n =</b>	<b>36</b>

### **3.5 UNIDAD DE ANÁLISIS**

Está conformada por el conjunto de beneficios generados por los ejercicios de fuerza, aplicados a la población adulta mayor, utilizándose el trabajo con mancuernas, apoyándose en el propio peso corporal, del grupo señalado, tendientes a fomentar su capacidad funcional y prevención de los síntomas de la Sarcopenia, en un grupo de personas mayores de la ciudad de Montería, a través del dinamómetro como herramienta de medición y la aplicación del test de fuerza, test de flexión de codo y test de flexión de rodilla.

### **3.6 PROCESO DE ESTUDIO**

Para este estudio fue necesario solicitar el ingreso a la población a intervenir, en esto caso el grupo de extensión de adultos mayores de la universidad de Córdoba en Montería. Una vez se tuvo acceso a la población objeto, se solicitó el listado de los adultos mayores, iniciando con el proceso de aleatorización y distribución de los adultos en dos grupos. Cabe aclarar que ambos grupos son de intervención, la distribución del grupo se debe a un mejor control del mismo, para así mantener el correcto distanciamiento y una mejor supervisión del grupo.

Una vez los grupos fueron conformados cumpliendo los criterios de inclusión y exclusión, se realizó un conversatorio con la población explicando sus roles en el estudio, las actividades a realizar y la información que se recolecto con la aplicación de los test; se autoriza de manera voluntaria por medio de un consentimiento informado, tanto de forma verbal como escrita. Se inicio con una valoración para tener los valores del estado de la fuerza prensil esto por medio de un dinamómetro.

El protocolo fue realizado y aplicado por el investigador durante 12 semanas con una intensidad de 2 veces por semana, tomando como base los precedentes investigativos aplicados en el consenso europeo sobre sarcopenia en el adulto mayor, siendo la ruta a seguir como modelo investigativo, teniendo un diseño de instrumentos validados, lo cual hace aplicable este modelo al presente proyecto de investigación (83).

La primera semana se inicia con la explicación de los test y ejercicios a realizar (test de flexión de codo y test de la marcha), enseñando la técnica correcta para evitar malos movimientos y así disminuir el riesgo de una lesión; En el estudio se planteó ejecutar la intervención dos veces por semana en un periodo de 12 semanas, en el cual semana a semana fueron evaluados los valores de fuerza al finalizar cada protocolo de intervención, así como también fue progresivo el aumento de series y repeticiones “aumento progresivo de las cargas”. esto llevado a cabo desde la segunda semana. Aumento progresivo de las cargas a partir de la tercera semana, en los que encontramos ejercicios para miembros inferiores, abducción de pierna, elevación de talón, sentadilla como ejercicios aplicados y ejercicios para miembros superiores, extensión de hombro con discos de 500 gramos, y extensión por encima de la cabeza con aumento progresivo de carga cada 2 semanas, esto respetando un periodo de recuperación y descanso no menor a 72 horas.

La ejecución de los ejercicios fue supervisada de manera personalizada por parte del investigador, quien lleva un seguimiento para la correcta ejecución de los ejercicios. Asimismo, se utilizó: test de flexión de codo, el cual consiste en realizar la mayor cantidad de flexiones y extensión del codo durante 30 segundos y realizando una comparación con los valores de referencia, el test de fuerza prensil que mide la fuerza de presión aplicada al dinamómetro y la flexión de piernas en bidestración con apoyo.

Lo anterior fue llevado a cabo durante toda la intervención, con la finalidad de utilizar los valores que se recolectaron durante todo el estudio para realización de una línea de tiempo en la cual se refleje la evolución en valores de fuerza, y así comparar los valores pre intervención y post intervención.

### **3.8 MATERIALES Y MÉTODOS**

La herramienta principal en el presente estudio es el dinamómetro, cuya función es determinar de manera precisa, la fuerza prensil de cualquier persona en kilos de presión. Esta herramienta fue creada por Isaac Newton, y basa su funcionamiento en el estiramiento de un resorte que sigue la ley de elasticidad de Hooke en el rango de medición, en la actualidad hay modelos más precisos cuya función es de carácter digital siendo este el utilizado en el estudio. Esta herramienta es de uso libre y venta al público, la cual está avalada por el consenso 2 sobre sarcopenia, como un medio preciso para evaluar la fuerza en la población adulta mayor, utilizando el test de fuerza prensil de mano para el acceso a parte de la población que presente alguna limitante física y no pueda realizar determinadas actividades. *A este respecto, es necesario aclarar dos cosas: primero, el concepto de “fuerza prensil de mano” y segundo, el de “Test de fuerza prensil”, con relación al primero, es un parámetro fundamental que permite conocer y evaluar la fuerza muscular de un individuo (28), y en lo que respecta al test, es un método simple recomendado*

*por el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia (EWGSOP), para evaluar la fuerza muscular en la práctica clínica, debido a su fuerte relación con la fuerza muscular de las extremidades siendo un método muy preciso.*

Por otra parte, en la aplicación del test de flexión de codo en mujeres, se utilizaron mancuernas (pesas) de 500gr y en hombres mancuernas 1.000gr, cuyo objetivo fue evaluar la capacidad flexora y extensora del codo y comparar los valores arrojados en el test con las categorías preestablecida según la cantidad de repeticiones realizadas durante 30 segundos como explica el test. Ramificando en cuatro subcategorías (deficiente, regular, bueno y excelente) (84). Se realizo el test de la marcha o también conocida como prueba de los 6 minutos, el cual es un examen físico, que se caracteriza por el medir la distancia máxima recorrida en ese periodo de tiempo utilizado comúnmente para observar la condición física de los adultos mayores con una intensidad moderada para regular la frecuencia cardiaca, siendo de uso libre y utilizado en EWGSOP (83) como un punto de corte y una herramienta para determinar otras posibles comorbilidades.

### **3.9 PROCESOS ESTADÍSTICOS**

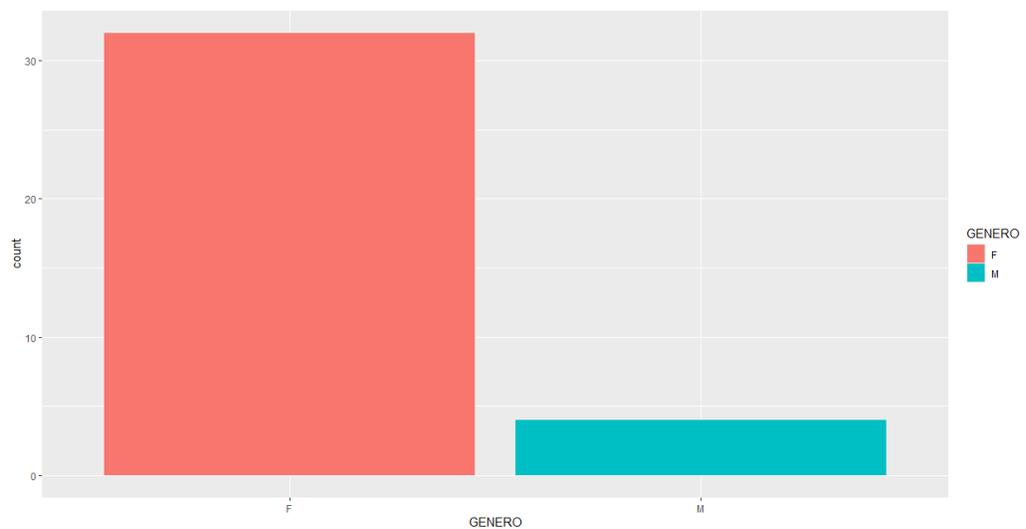
Para la presentación de la información se utilizó como herramienta para la organización de la información la aplicación Excel. Por medio de este instrumento se compilaron los datos recolectados, se utilizaron gráficas y tablas para ordenar por medio de nombre, sexo, edad y los datos recolectados de la fuerza prensil que fueron tomados semana a semana en el barrio Mocari, dando como resultado el análisis y la evolución en los valores de la fuerza prensil en la población intervenida.

### 3.9.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS

**Tabla 3. Datos demográficos**

GENERO	N	MIN	Q1	MEDIA	MEDIANA	Q3	MAX	DES.EST
F	32	56	66	70	70	76	81	7
M	4	52	59	66	67	74	78	12

**Figura 3. Distribución del sexo en los participantes en el estudio**



En el estudio participaron un total de 36 adultos (32 Mujeres y 4 Hombres) con edades comprendidas entre 52 y 81 años, los gráficos muestran la distribución del sexo y las edades de los participantes en estudio. La edad promedio para las mujeres fue de 70 años y los hombres 67 años, la mínima edad registrada es 52 años y la máxima fue 81 años..

**Tabla 4. Exploración de la fuerza de los participantes por semana**

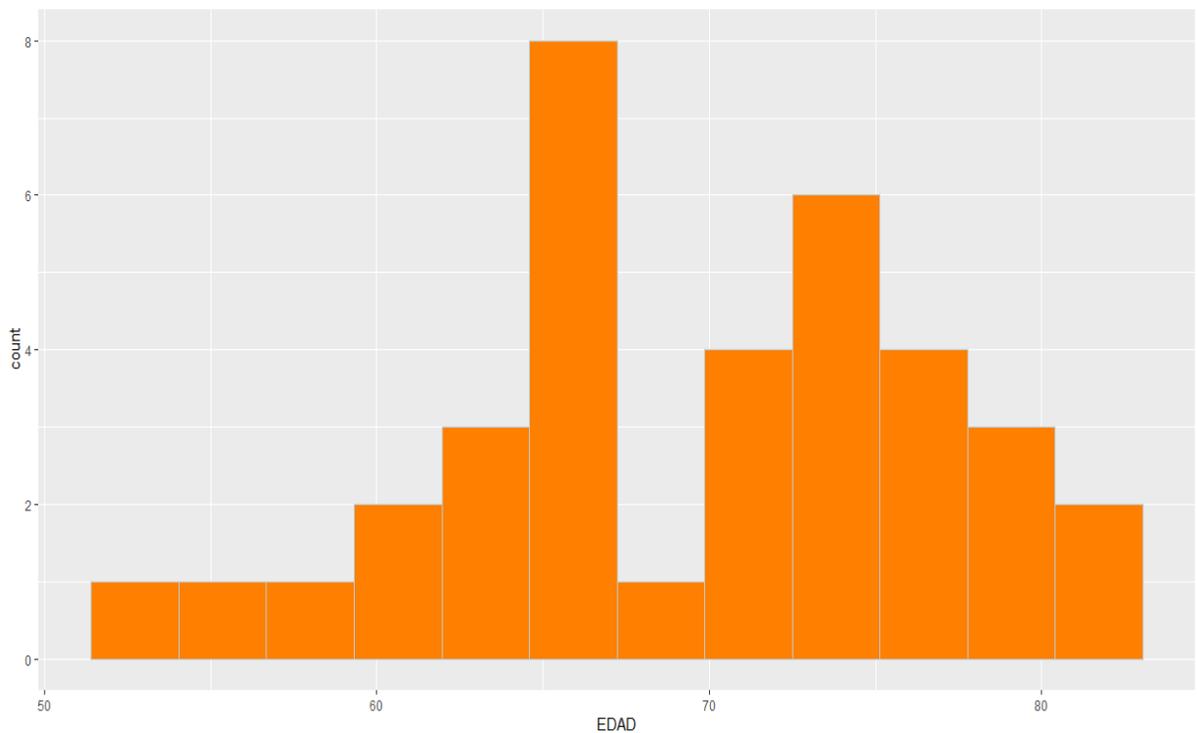
SEMANAS	MIN	Q1	MEDIA	MEDIANA	Q3	MAX	DES.ESTANDAR
1	8,3	12,2	17,181	16	19,2	39,6	6,773
2	8,6	15,4	19,772	19,65	24,9	36	6,666
3	6,8	13,7	19,275	18,6	23,2	44	7,668
4	6,2	15,825	20,358	18,25	24,85	44,8	8,753
5	7,7	14,35	18,928	18,2	22,85	33,4	5,882
6	13,1	16,5	18,606	17,9	20,275	27,4	4,001
7	11,6	16,5	20,781	18,8	22,325	37	6,706
8	11,4	14,9	19,092	19,95	23	37	5,211
9	11,8	14,025	18,272	17,8	20,325	35,7	6,010
10	11,4	17,35	21,325	22,2	26,175	32,8	6,080
11	12,6	17,8	20,231	19,7	21,8	32,2	4,787
12	14,2	15,725	21,975	21,3	24,25	42	6,730

Al estudiar La fuerza de los participantes a lo largo del estudio es difícil detectar algún cambio, debido a que presentan mucha variabilidad. Sin embargo a partir de la semana 6 se nota un cambio en los valores de fuerza en participantes, el cual la mínima fuerza registrada fue de 13.1 con promedio de 18.6 y máxima de 27. Pero al final del estudio se nota un aumento en la fuerza de los participantes ya que se registra una fuerza mínima de 14.2, máxima de 42, promedio de 21.9 y una variabilidad de 6.7.

Este aumento se da gracias al proceso adaptativo al que se vio sometido el sistema muscular de los adultos mayores, debido a que durante el protocolo de intervención se realizó un aumento progresivo de las cargas a nivel individual, mejorando su tono muscular, y resistencia física lo que en datos numéricos se

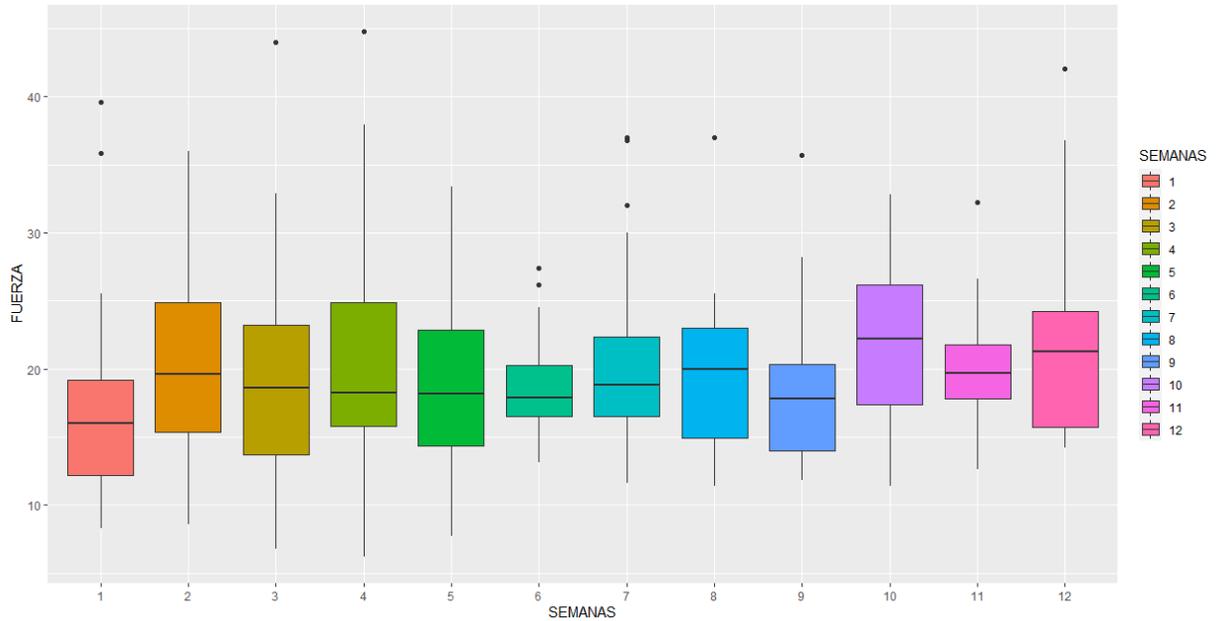
refleja en la media de la fuerza prensil pre intervencion con valor de 16 mientras que al finalizar el procotolo (post intervencion) la media en la poblacion llego a 21.3.

**Figura 4. Distribución de la edad de los participantes en el estudio**



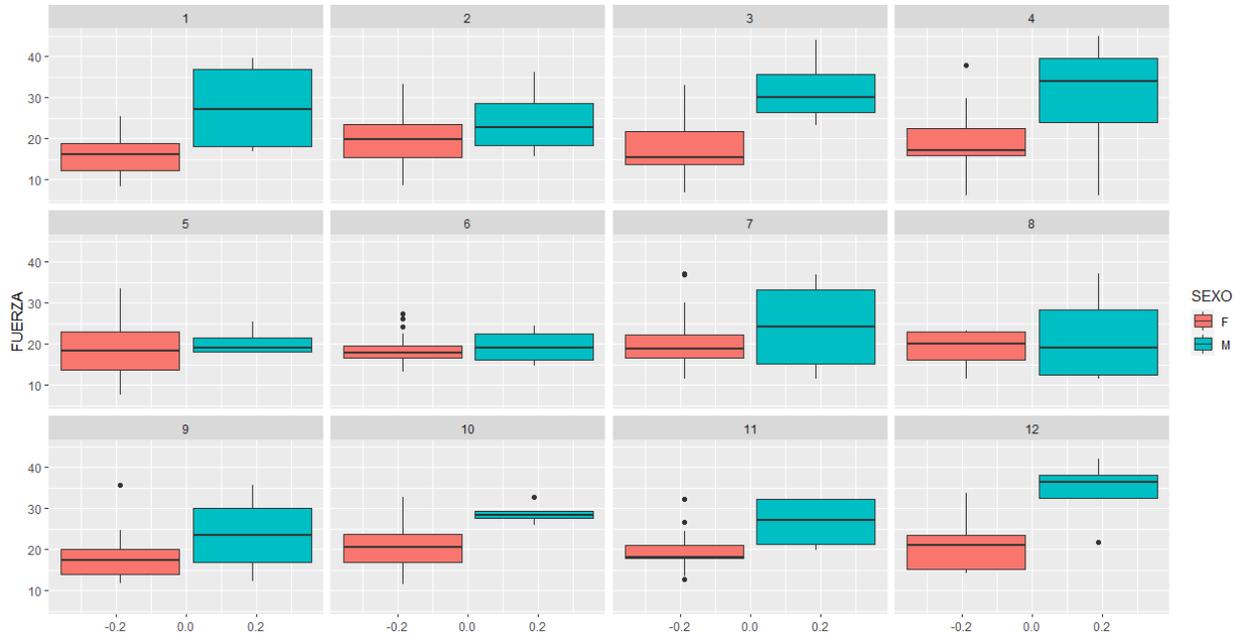
En la figura anterior se puede observar que el mayor porcentaje de adultos participantes en el estudio, rondan el rango entre 65 y 68 años siendo esta la edad promedio.

**Figura 5. Distribucion de fuerza por semana**



En los gráficos podemos apreciar la distribución de la fuerza prencil en los participantes semana a semana hasta finalizar el estudio. Tambien se observa la distrubución por sexo de los participantes, en ellos se supede apreciar que los hombres superaron a las mujeres en cuanto a la fuerza, solo de la semana de la 5 a la 8 se presenta una igualdad con la fuerza de las mujeres.

**Figura 6. Comparacion de evolucion de fuerza en ambos sexos**



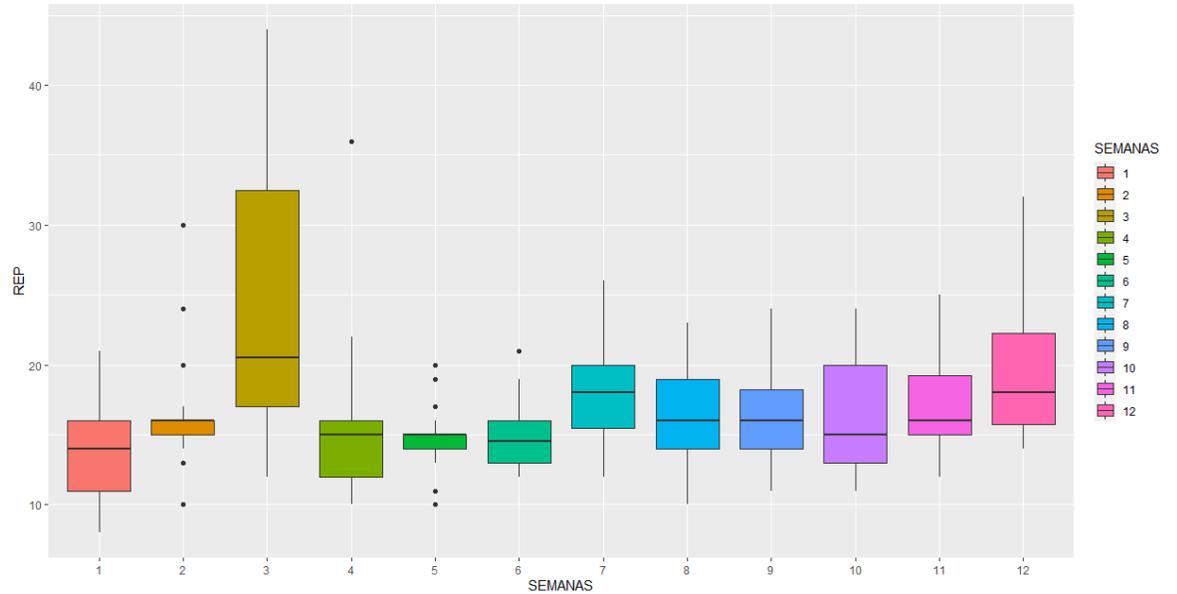
A pesar de que hablando en valores de fuerza, los hombres reportaron datos mas altos, alcanzando un pico de 40 kg de fuerza en presion, las mujeres presentaron una mejor evolucion semana a semana, pasando de presentar valores de 19 kg en la primera semana a reportar una maximo de 28 kg al finalizar el proceso de intervencion.

**Tabla 5. Exploración de las repeticiones, de los participantes por semana**

SEMANAS	MIN	Q1	MEDIA	MEDIANA	Q3	MAX	DES.EST
1	8	11	14,028	14	16	21	3,517
2	10	15	16,306	16	16	30	3,584
3	12	17	24,056	20,5	32,5	44	8,925
4	10	12	15,361	15	16	36	4,882
5	10	14	14,556	15	15	20	2,591
6	12	13	14,833	14,5	16	21	2,197
7	12	15,5	17,944	18	20	26	3,861
8	10	14	16,694	16	19	23	3,679
9	11	14	16,500	16	18,25	24	3,692
10	11	13	16,417	15	20	24	4,384
11	12	15	17,306	16	19,25	25	3,328
12	14	15,75	19,333	18	22,25	32	5,043

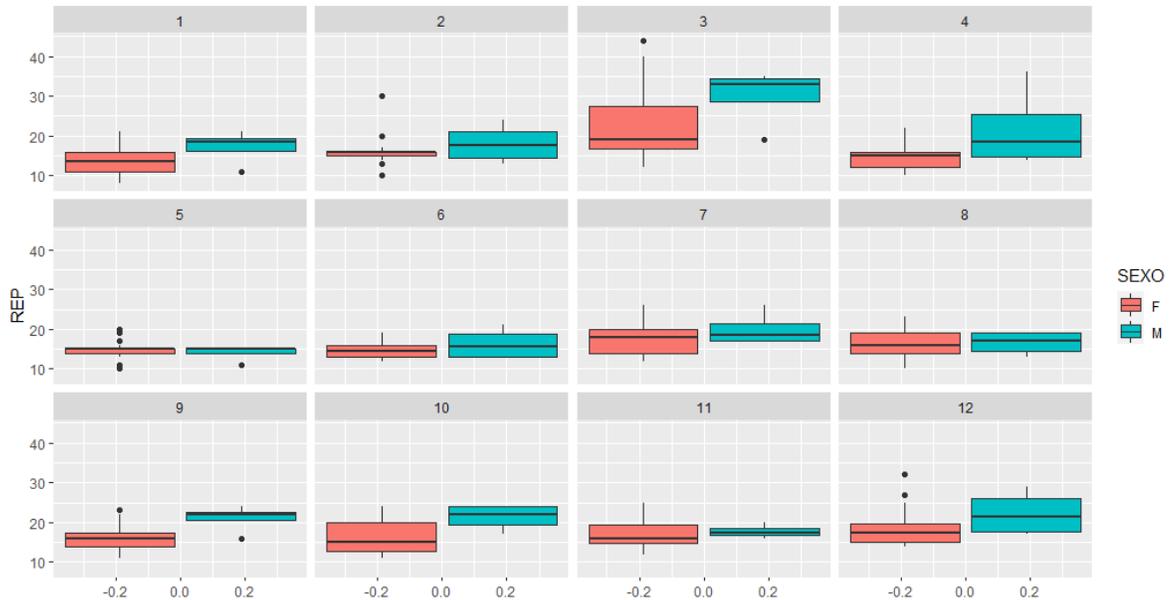
En cuanto a las repeticiones realizadas por los participantes de la semana 1 a la semana 12, estas se mantienen más constantes, pero al igual que la fuerza hay mucha variabilidad en las repeticiones registradas por los participantes. En la semana 1 se registró una mínima repetición de 8, promedio de 14 y 21 como máxima repetición. En la semana 12 cuando se finalizó el estudio se registra una mínima repetición de 14, promedio de 19 y 32 como máxima repetición, demostrando así el incremento en el número de repeticiones por participantes.

**Figura 7. Distribucion de los participantes según numero de repeticiones**



Por otro lado, los gráficos ilustran la distribución del número de repeticiones de los participantes semana a semana hasta finalizar el estudio. La semana que más se registró repeticiones de los participantes, fue en la semana 3. Se observa también la distribución por sexo de los participantes, nuevamente se nota la igualdad entre hombre versus mujer en el número de repeticiones en la semana 5 a la 8 , pero también ocurre igualdad en la semana 2 y 11.

**Figura 8. Evolucion del numero repeticiones test Flexo-extencion de codo**



1 Prueba de kruskal-wallis para probar si existen diferencias por semana

- Para fuerza tenemos los resultados de la prueba:

***Kruskal-Wallis = 22.376, df = 11, p-value = 0.02162***

- Para repeticiones tenemos los resultados de la prueba:

***Kruskal-Wallis = 85.056, df = 11, p-value = 1.541e-13***

Aunque los datos de fuerza y repeticiones registrados presentan variabilidad, se pudo mostrar con una confianza del 95% según el test de kruskal-wallis que la fuerza y el número de repeticiones difieren significativamente al menos un par de semanas ( $p\text{-valor} < 0.05$ ). Por consiguiente podemos afirmar que la aplicación de ejercicios de fuerza a miembros superiores representa cierto grado de efectividad, observando en mujeres un aumento de 2 repeticiones en la media y en el caso de

hombres un aumento de 20 repeticiones a alcanzar un máximo de 27 al finalizar el protocolo, representando un aumento de 7.

### **3.10 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Una vez se obtuvieron los resultados se presentó un informe detallado de todo lo realizado en el proceso de intervención, se anexó una socialización presentando las evidencias y la evolución del protocolo, presentando las conclusiones del estudio esto por medio de la graficación de los datos.

### **3.11 RESULTADOS**

Cuando se dio inicio al protocolo de intervención, la mayoría de los adultos mayores participantes en las pruebas físicas relacionadas con el test de fuerza prensil y el nivel de funcionalidad, presentaron movilidad limitada, de igual forma la velocidad de paso era muy lenta, así como la postura que manejaban era muy encorvada, tanto cuando estaban sentados como de pie. Ahora bien, aunque tales datos no se registraron gráficamente, por ser más bien de carácter cualitativo, como sí ocurrió con otros aspectos medibles, como la fuerza prensil o el número de repeticiones.

Al finalizar de las 12 semanas de intervención que duró el programa, no solo hubo un leve aumento en los valores de fuerza prensil de mano, pasando de una fuerza mínima inicial de 13.1; promedio 18.6 y masa de 27, a partir de la sexta semana; a 14,2 Max de 42, promedio de 21,9 y variabilidad de 6,7; en la semana final, de acuerdo con lo registrado en la tabla número cuatro. Sino que también hubo cambios observables a nivel funcional, traduciéndose los últimos, en la realización de actividades cotidianas, que al principio les costaba esfuerzo realizar, entre las

cuales sobresalen, algunas rutinarias como subir o bajar escaleras, sentarse y/o levantarse de una silla sin la necesidad de ayuda externa, e incluso una leve mejora en la velocidad de marcha. Cabe resaltar que todo esto comenzó a observarse a medida que se iba planificando el entrenamiento, en función del nivel de atención requerida, de acuerdo a la condición física en particular de los participantes.

De igual forma, con relación al número de repeticiones de los participantes, pudo observarse una mejoría en ciertos individuos, que pasaron de un mínimo de 8 a 21 repeticiones durante el transcurso de las doce semanas de aplicación del protocolo de intervención con los ejercicios de fuerza, como lo demuestran los valores de la tabla número cinco, algo muy importante que permitió identificar a aquellas personas con una mayor tendencia a presentar los síntomas de la Sarcopenia, al comparar dichos resultados con los valores de referencias establecidos por el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia (EWGSOP) y así fue posible adaptar el protocolo de intervención de acuerdo a las condiciones físicas particulares de algunos participantes.

Finalmente, puede decirse que se lograron los objetivos específicos planteados al inicio de este trabajo investigativo, primero porque fue posible identificar la condición física inicial de los participantes, a través de la aplicación de instrumentos como el test de fuerza prensil y las pruebas de funcionalidad músculo esquelética, con base en los parámetros establecidos por el EWGSOP, segundo, porque se midió el impacto de los ejercicios de fuerza sobre la dinamometría en la población objeto de estudio, con déficit en el sistema músculo esquelético, al tiempo que, al comparar el impacto de estos, con el retraso de la progresión Sarcopénica de las personas mayores, atendiendo tanto al pre-test, como al pro-test, al final de la intervención, se evidenciaron mejoras observables a nivel de funcionalidad, de las cuales ya se había mencionado al comienzo de este apartado, entre ellas, la capacidad para realizar con más facilidad actividades

cotidianas, como subir o bajar escaleras, la velocidad del paso, y la autonomía para poder levantarse de una silla, e incluso mejoras en el estado de ánimo, entre otros. En conclusión, este análisis demuestra que evidentemente, los ejercicios de fuerza contribuyeron a atenuar los efectos de la Sarcopenia en la población adulta mayor.

### **3.11 ASPECTOS ÉTICOS**

La realización de este proyecto se fundamentará sobre la base de las principales disposiciones legales establecidas, dentro del orden internacional y nacional, que contemplan los derechos de los participantes en las investigaciones relacionadas sobre la salud e integridad física y/o mental de los seres humanos. Dentro de dichas disposiciones se encuentran la Declaración de Helsinki, el Documento Belmont, y la Resolución 8430 de 1993, por parte del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (Consentimiento informado).

En cumplimiento a lo anterior, se buscará proteger en todo momento, los derechos esenciales de los individuos que participen en la investigación, tales como el respeto, beneficio y justicia, por medio de mecanismos y procedimientos en pro de la integridad de los adultos mayores, en ámbitos como su propia dignidad, privacidad y confidencialidad; a fin de garantizarles el bienestar de todos y cada uno de ellos.

Con este propósito, las personas que formarán parte de esta investigación serán libres de tomar la decisión de participar en ella, y no serán coaccionadas ni obligadas en ningún momento, para lo cual se les explicará toda la información previamente, a fin de que ellos mismos, tomen una decisión informada. En consecuencia, se les entregará consentimiento informado, donde se esclarecerán todas las dudas que pudieran surgir al respecto.

Por otra parte, en lo que respecta al tipo de riesgo del presente trabajo, y en armonía con lo contemplado en la Resolución 8430 de 1993 por el Ministerio de Salud, el estudio está catalogado como una investigación de riesgo mínimo, puesto que se utilizarán cuestionarios e instrumentos, y no se utilizarán procedimientos invasivos, cuidándose bien de no llegar a afectar la integridad física y/o mental de los participantes. Por último, cabe resaltar, el grado de confidencialidad en la recolección de los datos, en donde solo tuvieron acceso a ellos, el autor de la presente investigación y el asesor de esta.

El estudio al entrar en la categoría de cuasiexperimental, tiene posibilidades de arrojar algunos sesgos, por eso se debe llevar un control y registro muy estricto, además de detallado, esto con la intención de disminuir los posibles sesgos.

### **3.12 ASPECTOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y DERECHOS DE AUTOR**

El presente estudio es de dominio intelectual por parte del autor y los directores, los cuales han desarrollado un seguimiento desde la selección del eje temático, apoyando la estructura del objeto de estudio y supervisando el desarrollo del protocolo de intervención, el cual será postulado a una revista indexada con la intención de llevar a cabo la publicación del presente documento.

### **3.13 DISCUSIÓN**

Al comparar los resultados obtenidos con los resultados de otras investigaciones, además del modelo EWGSOP2, y estudios sobre el mismo tema, se puede inferir, que evidentemente los ejercicios de fuerza contribuyen a disminuir el impacto de la Sarcopenia sobre la función músculo esquelético de la población adulta mayor, esto se logró a través de un protocolo establecido en un periodo de 12 semanas,

destacando el hecho que más de 80% de la población a quien se le aplico pertenece al sexo femenino.

Sin embargo se encontraron algunas diferencias significativas con otras investigaciones que recomendaban por ejemplo la complementación con una dieta proteica a través de suplementos (34), aunados al entrenamiento con los ejercicios de fuerza. Para el caso de la investigación que se realizó aquí en Montería, el autor no recomienda ninguna dieta en particular, sino más bien, cuidar de que dicha población no exceda el número de horas establecidas por el Consenso Europeo sobre Sarcopenia en cuanto a actividades de calentamiento y rutina de ejercicios (83).

Hay que mencionar que existe registro de estudios previos realizados en España, como es el caso del protocolo aplicado por Sola, durante un periodo de 24 semanas, en donde se vio reflejando en valores de fuerza prensil un impacto positivo en los datos obtenidos por dinamometría y pruebas de salto (85).

Así mismo, los resultados que se obtuvieron demostraron la existencia de un pequeño porcentaje de la población con tendencia a padecer los síntomas, esto implica entonces la necesidad de aunar esfuerzos conjuntos entre algunas entidades del gobierno, como las secretarías de salud, las facultades de educación física, y de salud, de algunas universidades del sector público o privado, a fin de organizar programas preventivos que ayuden a generar espacios destinados a la prevención de la sarcopenia, a través de la realización de ejercicios de fuerza y la promoción de estilos de vida saludable en la población adulta mayor, a fin de que de aquí al año 2050 por lo menos, se logre reducir en gran medida la tendencia de algunos adultos mayores a padecer esta enfermedad.

### **3.14 CONCLUSIONES**

El proceso del envejecimiento forma parte del ciclo vital, y todo organismo en determinado momento lo experimenta, afortunadamente pueden retrasarse y disminuirse los efectos que este conlleva, a nivel de pérdida de masa muscular, y de la autonomía para volver a realizar determinadas actividades del día, gracias a la práctica frecuente del entrenamiento de fuerza, de acuerdo a los protocolos desarrollados por el Consenso Europeo sobre Sarcopenia (EWGSOP); aplicables a la población adulta mayor. En este contexto de ideas, puede decirse que, cuando se identificó la condición física inicial de los adultos mayores pertenecientes a la población objeto de estudio, a nivel músculo esquelético y funcional, de acuerdo con los valores estándares del (EWGSOP), fue posible determinar aquellos individuos que presentaron una mayor tendencia a padecer los síntomas asociados a la Sarcopenia, lo cual sirvió para realizar una adaptación mucho más específica del programa de ejercicios de fuerza, de acuerdo con las condiciones físicas de cada uno, y de este modo, se logró alcanzar el objetivo principal de la investigación realizada.

Ahora bien, con relación a la aplicación del Test de fuerza prensil, a los adultos mayores, durante el periodo de doce semanas, a través del dinamómetro de mano, y también como parte del segundo objetivo de la investigación, puede decirse que los resultados fueron muy positivos, dado que, se produjo un incremento paulatino de la actividad funcional y la fuerza musculo esquelética de los adultos mayores, reflejadas en actividades cotidianas como levantarse y sentarse de una silla, sin requerir ayuda externa. También hubo mejoría de la velocidad de marcha, e incluso una mejor disposición anímica, sin embargo, cabe aclarar que esto se notó más, a partir de la quinta semana en los hombres, y de la octava semana en las mujeres.

En lo que respecta al cuarto objetivo específico, al comparar el impacto de los ejercicios de fuerza en el retraso progresivo de la Sarcopenia, en la población objeto de estudio, a través de la aplicación tanto del Pre-test, como del Test final de fuerza prensil, los resultados demostraron evidentemente lo que habían planteado los diferentes autores y estudios mencionados anteriormente en el marco teórico de este trabajo investigativo pudo observarse mejoras significativas a nivel de la funcionalidad músculo esquelética de los adultos mayores, especialmente desde la quinta semana en adelante, cuando realizaban con mayor facilidad la rutina de entrenamiento, de hecho, la segunda gráfica presentada en el apartado del análisis demostró dicho cambio que pasó de 8 a 21 número de repeticiones, en el transcurso de doce semanas, tan solo para aquellas personas que al comenzar el entrenamiento estaban dentro de la categoría mínima establecida por el Consenso Europeo sobre Sarcopenia (EWGSOP), pues al final, lograron mejoras como la velocidad de marcha, y también en actividades rutinarias como subir o bajar escaleras, e incluso poder sentarse y levantarse de una silla sin necesidad de ayuda externa.

Finalmente, para una síntesis en términos generales, después de observar los resultados obtenidos en el presente estudio, realizado en un lapso de tiempo de 12 semanas, pudieron observarse algunos de los principales beneficios producidos por la realización de los ejercicios de fuerza, entre ellos, un leve aumento reflejado en los valores de fuerza prensil, a través de la ejecución de actividades cotidianas como la velocidad de marcha ,levantarse y/o sentarse de una silla sin ayuda externa, y el hecho de bajar o subir escaleras. *De este modo* puede afirmarse que, evidentemente resultó favorable la intervención de dicho protocolo, en pro de los hábitos y estilos de vida saludable en la población adulta mayor con énfasis en los trabajos de fuerza, obteniéndose un aumento leve en los valores de fuerza prensil, movilidad y mayor estado anímico, luego de haber realizado los ejercicios. Así entonces, el trabajo realizado con la población objeto

de estudio implicada en la muestra, sometida al entrenamiento con ejercicios de fuerza, de acuerdo a los protocolos establecidos por el Consenso Europeo sobre Sarcopenia, (EWGSOP), sirvió para mejorar la condición músculo-esquelética de los mismos, reflejándose en una mejor funcionalidad de aquellas actividades que al principio les costaba trabajo realizar, de las cuales, como ya se dijo antes, se relacionan con eventos de la vida diaria, como subir y bajar escaleras, así como sentarse o levantarse de una silla.

Por último, el desarrollo de este trabajo, constituye una potencial herramienta para futuros programas que serían de benéfico para contrarrestar esta problemática en salud pública. Así mismo, desde una perspectiva más humanística, no solo fue una experiencia grata para los adultos mayores, sino también para el propio autor de la investigación, porque al estar en contacto con las personas de la tercera edad, también fue posible, desarrollar y fortalecer actitudes como la paciencia, la tolerancia, el saber escuchar y entender a estas personas, puesto que actualmente la sociedad en general, se ha olvidado de que estos individuos son seres humanos con muchas experiencias de vida, que pueden ser enriquecedoras para brindar consejos a los demás, y que aún pueden ser miembros activos de la sociedad, por los que hay que cuidarlos y amarlos.

### **3.15 RECOMENDACIONES**

En lo que respecta a las recomendaciones, estas pueden dividirse en dos partes, la primera en cuanto a la población y la segunda en cuanto al programa de Salud Pública. En lo que respecta al entrenamiento de fuerza con la población adulta mayor, se recomienda implementar programas de ejercicios físicos enfocados en el trabajo de la función músculo esquelética, siguiendo los protocolos establecidos por el EWGSOP, para lo cual, antes de comenzar la sesión de ejercicios, Es importante desarrollar de cinco a 15 minutos de calentamiento previo, que incluya

actividades como estiramiento, caminatas despacio, e incluso pedalear, dado que esto ayudará a aumentar el gasto cardiaco y mejorará la perfusión periférica (61).

Para lograr un beneficio significativo, con las personas de la tercera edad, se recomienda una intensidad de ejercicios de 2 a 3 veces por semana, a fin de obtener ganancias en la velocidad de marcha y el equilibrio a nivel funcional (59). También se recomienda una planificación previa posterior a la valoración, a fin de evaluar las capacidades de dicha población y potenciar los resultados a nivel de salud (64). El entrenamiento físico con dicha población, deberá durar de 65 a 75 minutos, respetando los tiempos de descanso entre sesiones.

De igual forma se recomienda seguir un proceso “individualizado” en la prescripción de los ejercicios de fuerza, de acuerdo a la tasa de progresión del adulto mayor (64), dado que, “la rehabilitación es un componente esencial del cuidado de la salud, en dicha población, y el programa dependerá de las características particulares de cada paciente” (65).

En cuanto a las recomendaciones al programa, sería bueno realizar más programas de prevención y promoción de hábitos y estilos de vida saludables en adultos mayores, haciendo énfasis en trabajos de fuerza, coordinados con los entes gubernamentales y las secretarías de salud en todo el territorio nacional, a fin de prevenir los síntomas asociados a la Sarcopenia en la población de la tercera edad, no solo por el ahorro que representa al estado a largo plazo, sino por la mejora en la salud de este grupo etario.

Es de vital importancia socializar este trabajo de investigación a la población a la cual se le fue aplicada esta intervención, dándoles a conocer los beneficios y los cambios a nivel físico, mental y emocional.

## BIBLIOGRAFIA

1. Envejecimiento y salud [Internet]. [cited 2022 Jan 30]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
2. López A. La vejez como enfermedad: un tópico acuñado en la Antigüedad clásica. Gerokomos [Internet]. 2018;29(4):156–9. Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/geroko/v29n4/1134-928X-geroko-29-04-00156.pdf>
3. Padilla Colón CJ, Collado PS, Cuevas MJ. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Nutr Hosp. 2014;29(5):979–88.
4. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. International Working Group on Sarcopenia. J Am Med Dir Assoc. 2011;12(4):249–56.
5. Leiva R M. Ética y sociedad. A. W. H. Adkins y los valores morales en Homero. Byzantion nea hellás. 2018;(37):161–74.
6. Poblete F, Flores C, Díaz E. Funcionalidad, fuerza y calidad de vida en adultos mayores activos de Valdivia. Rev Ciencias la Act Física. 2015;16(1):45–52.
7. Trejo Maturana C. El Viejo En La Historia. Acta Bioeth. 2001;7(1):107–19.
8. Ambarzumian V, Kosirev N. Über die Integralgleichung des Strahlungsgleichgewichts. Zeitschrift für Phys. 1928;47(7–8):602–7.
9. PLATÃO, PEREIRA MH da R. A republica. 2017; Available from: <https://gastronomiaycia.republica.com/2017/02/07/lista-de-las-50-personas-mas-poderosas-del-m>
10. Dialnet-TareasActualesDeLaFilosofiaSegunLosUltimosEscritos-4387840.pdf.
11. Wild D, Martin M, Hareendran A, von Maltzahn R. QI1 Aggregation of Data From Multiple Languages and Cultures: Report From the Ispor Task Force on Translation and Linguistic Validation. Value Heal. 2008;11(6):A340.
12. Organización Mundial de la Salud. Carta de Ottawa para Promoción de la Salud. Una Conf Int sobre la promoción la salud hacia un nuevo concepto la salud pública [Internet]. 1986;6. Available from: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/Carta-de-ottawa-para-la>

apromocion-de-la-salud-1986-SP.pdf

13. Costa Mendes IA. Desarrollo y Salud: La Declaración de Alma-Ata y Movimientos Posteriores. *Rev latinoam enferm.* 2004;12(3):451–2.
14. Elizabeth ZAS. BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA AERÓBICA EN PACIENTES GERIÁTRICOS ENTRE 65 - 85 AÑOS, DEL GRUPO DE GIMNASIA DE JUBILADOS DEL HOSPITAL DEL IESS DEL CANTÓN IBARRA. 2012;
15. Pacífico AB, de Camargo EM, de Oliveira V, Vagetti GC, Piola TS, de Campos W. Comparison of physical fitness and quality of life between adolescents engaged in sports and those who are not. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum.* 2018;20(6):544–54.
16. Neufeld JA. Editorial. *J Pediatr Rehabil Med.* 2014;7(3):195–6.
17. Barbosa Granados S, Urrea Cuéllar Á. Influencia del deporte y la actividad física en el estado de salud físico y mental: una revisión bibliográfica. *Katharsis Rev Ciencias Soc.* 2018;(25):141–60.
18. Sataloff RT, Johns MM, Kost KM. informe mundial sobre envejecimiento y la salud OMS.
19. Morley JE. Sarcopenia in the elderly. 2012;44–8.
20. Suárez O. Reflexiones teóricas y legales del adulto mayor y la discapacidad en Colombia. *Jurídicas Cuc.* 2017;13(1):97–120.
21. Constitución política de Colombia 1991 preambulo el pueblo de Colombia. 1991;
22. O'Donoghue GM, Nikolopoulos T. Tumors of the Facial Nerve. *Neurotology.* 2005;15(1):1258–69.
23. Soledad García Carpio, Matilde González Molina, Roberto Ibarra Pujana, M<sup>a</sup> del Carmen Martín Díez EMD. Ejercicio físico para todos los mayores. 2006.
24. Arturo MI, Reyna T, Cecilia S, Magdalena DM. EXERCISES THAT SUPPORT THE PHYSICAL FUNCTIONING IN ELDERLY ADULTS WITH SARCOPENIA. 2018;3(5):25–30.
25. Escalante Y. Actividad física, ejercicio físico y condición física en el ámbito de la salud pública [Internet]. [cited 2021 Sep 24]. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272011000400001](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272011000400001)

26. Hamilton MT, Booth FW. Adaptación del Músculo Esquelético al Ejercicio: Un siglo de Progreso - G-SE / Editorial Board / Dpto. Contenido. PubliCE [Internet]. 2000 [cited 2021 Sep 25];0. Available from: <https://g-se.com/adaptacion-del-musculo-esqueletico-al-ejercicio-un-siglo-de-progreso-179-sa-m57cfb271123ba>
27. Hawley JA. Adaptaciones del Músculo Esquelético al Entrenamiento de Resistencia Prolongado de Alta Intensidad - G-SE. PubliCE [Internet]. 2014 [cited 2021 Sep 25]; Available from: <https://g-se.com/adaptaciones-del-musculo-esqueletico-al-entrenamiento-de-resistencia-prolongado-de-alta-intensidad-1048-sa-P57cfb271b4745>
28. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–23.
29. Masanés Torán F, Navarro López M, Sacanella Meseguer E, López Soto A. ¿Qué es la sarcopenia? *Semin la Fund Española Reumatol*. 2010 Jan 1;11(1):14–23.
30. Cortés WAG, Fernández FEM, Sanmiguel LCO. Sarcopenia, una patología nueva que impacta a la vejez. *Rev Colomb Endocrinol Diabetes Metab* [Internet]. 2018 Mar 18 [cited 2021 Sep 26];5(1):28–36. Available from: <http://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/339/469>
31. Martínez-Calvache V, Herrera-Peña Á, Carrera-Gil F. Sarcopenia y fragilidad en pacientes hospitalizados en salas de medicina interna. *Acta Médica Colomb*. 2020;2050(1):1–9.
32. Herrera M, Docente C, De Pediatría P, Roosevelt H. FORMULA PARA CÁLCULO DE LA MUESTRA POBLACIONES FINITAS. [cited 2021 Sep 26]; Available from: <http://www.berrie.dds.nl/calcss.htm> Referencia: <http://www.bioestadistico.com/>
33. Borst SE. Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age Ageing*. 2004;33(6):548–55.
34. Fuentes-Barría H, Aguilera-Eguia R, González-Wong C. El rol de la vitamina D en la prevención de caídas en sujetos con sarcopenia. *Rev Chil Nutr*. 2018;45(3):279–84.
35. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755–63.

36. Parra Rizo MA. Envejecimiento activo y calidad de vida. Salud y Envejec situación actual, retos y propuestas. 2017;47–176.
37. Mejia DP. CONCEPTO ACTUAL DE SALUD PÚBLICA.
38. Salud pública [Internet]. [cited 2021 Sep 26]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/Paginas/salud-publica.aspx>
39. Hernández LJ, Ocampo J, Ríos DS, Calderón C. El modelo de la OMS como orientador en la salud pública a partir de los determinantes sociales. Rev Salud Pública [Internet]. 2017 Jul 1 [cited 2021 Sep 26];19(3):393–5. Available from: <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n3.68470>
40. Robinder JS Dhillon, MD M, Sarfaraz Hasni M. Pathogenesis and management of Sarcopenia. Clin Geriatr Med. 2017;33(1):17–36.
41. Sataloff RT, Johns MM, Kost KM. origins and clinical relevance of sarcopenia.
42. Ministerio de Salud y Protección Social Oficina de Promoción Social. Sala situacional de la Población Adulta Mayor. Minist Salud y Protección Soc [Internet]. 2018;3–4. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/sala-situacion-envejecimiento-2018.pdf>
43. Chávez-Moreno DV, Infante-Sierra H, Serralde-Zúñiga AE. Sarcopenia y funcionalidad en el adulto mayor hospitalizado. Nutr Hosp. 2015;31(4):1660–6.
44. Serra Rexach JA. Consecuencias clínicas de la sarcopenia. Nutr Hosp. 2006;21(SUPPL. 3):46–50.
45. Marcell TJ. Sarcopenia: Causes, Consequences, and Preventions. Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci. 2003;58(10):911–6.
46. Hernández Rodríguez J, Licea-Puig ME. Generalities and treatment of Sarcopenia. Rev los Estud Med la Univ Ind Santander [Internet]. 2017;2:71–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.18273/revmed.v30n2-2017008>
47. Dhillon RJS, Hasni S. Pathogenesis and Management of Sarcopenia. Clin Geriatr Med. 2017;33(1):17–26.
48. Instituto de Geriátría. Aspectos moleculares del envejecimiento. Vol. 136, Red Temática. Envejecimiento, Salud y Desarrollo Social. 2012. 23–42 p.
49. Fuentes-Barría H, Urbano-Cerda S, Aguilera-Eguía R, González-Wong C.

- Ejercicio físico y suplementación nutricional para el combate de la obesidad sarcopénica en adultos mayores. *Univ y Salud*. 2020;23(1):46–54.
50. Pinheiro PA, Coqueiro R da S, Carneiro JAO, Correia TML, Pereira R, Fernandes MH. Anthropometric indicators as screening tools for sarcopenia in older adult women. *Enferm Clin*. 2020;30(4):269–74.
  51. Faulkner JA, Larkin LM, Claflin DR, Brooks S V. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2007;34(11):1091–6.
  52. Faulkner JA, Larkin LM, Claflin DR, Brooks S V. ted changes in skeletal muscles BRIEF REVIEW AGE-RELATED CHANGES IN THE STRUCTURE AND FUNCTION OF SKELETAL MUSCLES. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2007;34(11):1091–6.
  53. EWGSOP. Vista de Sarcopenia, una patología nueva que impacta a la vejez | Revista Colombiana de Endocrinología, Diabetes & Metabolismo [Internet]. [cited 2021 Sep 22]. Available from: <http://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/339/469>
  54. Solà Serrabou M, López del Amo JL, Valero O. Efecto de 24 semanas de entrenamiento de fuerza a moderada-alta intensidad en ancianos. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2014;49(3):115–20.
  55. Goisser S, Kemmler W, Porzel S, Volkert D, Sieber CC, Bollheimer LC, et al. Sarcopenic obesity and complex interventions with nutrition and exercise in community-dwelling older persons – a narrative review. 2015;1267–82.
  56. Hu LIUINGZ, Han RUTHC, Wok TIK, Hik KEC, Heng HIC, My AHA, et al. Effects of exercise and nutrition supplementation in community-dwelling older Chinese people with sarcopenia : a randomized controlled trial. 2018;1–9.
  57. Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2010;9(3):226–37.
  58. Con A, Medular L, Revisión UNA. EFECTO DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LA CAPACIDAD FÍSICA, FUERZA Y RESISTENCIA MUSCULAR, COMPOSICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO FUNCIONAL EN ADULTOS CON LESIÓN MEDULAR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. 2017;
  59. Papa E V., Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: A systematic review. *Clin*

- Interv Aging. 2017;12:955–61.
60. del Campo Cervantes JM, Macías Cervantes MH, Monroy Torres R. Effect of a Resistance Training Program on Sarcopenia and Functionality of the Older Adults Living in a Nursing Home. *J Nutr Heal Aging*. 2019;23(9):829–36.
  61. Peterson MD, Sen A, Gordon PM. The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Score - Orthopaedic Scores. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(2):249–58.
  62. Liberman K, Forti LN, Beyer I, Bautmans I. The effects of exercise on muscle strength, body composition, physical functioning and the inflammatory profile of older adults: A systematic review. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2017;20(1):30–53.
  63. GOMEZ PIQUERAS P, SANCHEZ GONZALEZ M. Entrenamiento De Intervalos De Alta Intensidad (Hiit) En Adultos Mayores: Una Revisión Sistemática. *Pensar en Mov Rev Ciencias del Ejerc y la Salud*. 2019;17(1):e35494.
  64. Behalf ON, The OF, Guidelines S, Group D, The OF, Society B, et al. EXERCISE INTERVENTIONS FOR THE PREVENTION AND TREATMENT OF SARCOOPENIA . A SYSTEMATIC UMBRELLA REVIEW. 2019;(10).
  65. Khadanga S, Savage PD, Ades PA. R e s i s t a n c e T r a i n i n g f o r O l d e r A d u l t s i n C a r d i a c Rehabilitation. *Clin Geriatr Med*. 2019;35(4):459–68.
  66. Review S. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults : a systematic review . Report of the International Sarcopenia Initiative ( EWGSOP and IWGS ). 2014;1–12.
  67. Gonzáles Revé, J.M y Vaquero Abellán M. Revisión del Plan de Defensa contra Contingencias Extremas. 2013;1:10–26.
  68. MinSalud. PLAN DECENAL DE SALUD PÚBLICA 2012-2021. 2013;
  69. POLÍTICA DE ATENCIÓN INTEGRAL EN SALUD Ministerio de Salud y Protección Social.
  70. Ministerio de Salud y Protección Social. Manual metodológico para la elaboración de las RIAS. Minist Salud y Protección Soc [Internet]. 2016;106. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/Manual-metodologico-rias.pdf>

71. Ley 181 de Enero 18 de 1995. 1995;
72. Ministerio de Salud y Protección Social. Dimensión transversal gestión diferencial de poblaciones vulnerables. MinSalud [Internet]. 2012;37. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Documents/dimensiones/dimensio ntransversal-gestiondiferencialpoblaciones-vulnerables.pdf>
73. Ministerio de Salud y Protección Social. Política colombiana de envejecimiento humano y vejez 2015-2024. 2015;
74. Montería alcaldía de. Análisis de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud del Municipio de Montería Córdoba. Montería. Secretaria de Salud y Seguridad Social (2017). 2017;8(17):69–79. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rgps/v8n17/v8n17a05.pdf>
75. Proyecciones de población [Internet]. [cited 2021 Oct 2]. Available from: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
76. SITUACION DE SALUD EN LOS TREINTA MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE CORDOBA LOGO TIPO SECRETARIA DE SALUD SECRETARIA DE SALUD DEPARTAMENTAL 2010.
77. MOCARÍ CELEBRA SU REINADO DEL BOLLO DULCE - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com [Internet]. [cited 2021 Oct 2]. Available from: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-572847>
78. R. B. Diseños cuasi-experimentales y longitudinales.
79. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. 1997. 497 p.
80. Vásquez I. Tipos de estudio y métodos de investigación. Gestipolis [Internet]. 2016;1–12. Available from: <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-métodos-de-investigación.pdf>
81. Müggenburg MC, Pérez I. Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. Rev Enfermería Univ ENEO-UNAM [Internet]. 2007;4(1):35–8. Available from: <http://www.redalyc.org/pdf/3587/358741821004.pdf>
82. Ñaupas H, Paitán, Marcelino Raúl Valdivia Dueñas, Jesús Josefa Palacios Vilela HERD. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Vol. 53, Journal of Chemical Information and Modeling. 2018. 1689–1699 p.

83. Jentoft AJC, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia : consenso europeo sobre su definición y diagnóstico Informe del Grupo europeo de trabajo sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada. Age Ageing. 2010;44(0):412–23.
84. سنسوح بارانی. Protocolo test flexion codo. 148:148–62.
85. Solà Serrabou M, López del Amo JL, Valero O. Efecto de 24 semanas de entrenamiento de fuerza a moderada-alta intensidad en ancianos. Rev Esp Geriatr Gerontol [Internet]. 2014;49(3):115–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.regg.2013.12.002>

# **ANEXOS**











**CAMRY®**  
since 1975

**ELECTRONIC HAND DYNAMOMETER  
INSTRUCTIONS FOR USE**  
(Please read instructions before using the hand dynamometer.)

**BRIEF INTRODUCTION**

The Camry® Electronic Hand Dynamometer is a hand-held device and is designed for general fitness, sports, work-related and other activities. It is a portable, rugged, battery-powered, micro-processor-based, hand-held device. The electronic hand dynamometer comes with the following special features:

1. High precision power sensors, giving more accurate digital readout of strength points.
2. Full capability of memory is achieved for a strength and display of the meter.
3. Measurement results according to user's unit (pounds force).
4. Self-diagnosis and retrieval of results for a faulted system.

**SPECIFICATIONS**

UNIT: kg / lb  
 MAX. CAPACITY: 99 kg / 198 lb  
 DIVISION (RESOLUTION): 0.1 kg / 0.2 lb  
 POWER: 2 x 1.5V AAA BATTERIES  
 TOP RANGE: 2.0 x 10<sup>3</sup> lb  
 OPERATING TEMPERATURE:  
 TEMPERATURE: -10-45°C; RELATIVE HUMIDITY: 30-90%

**FEATURES**

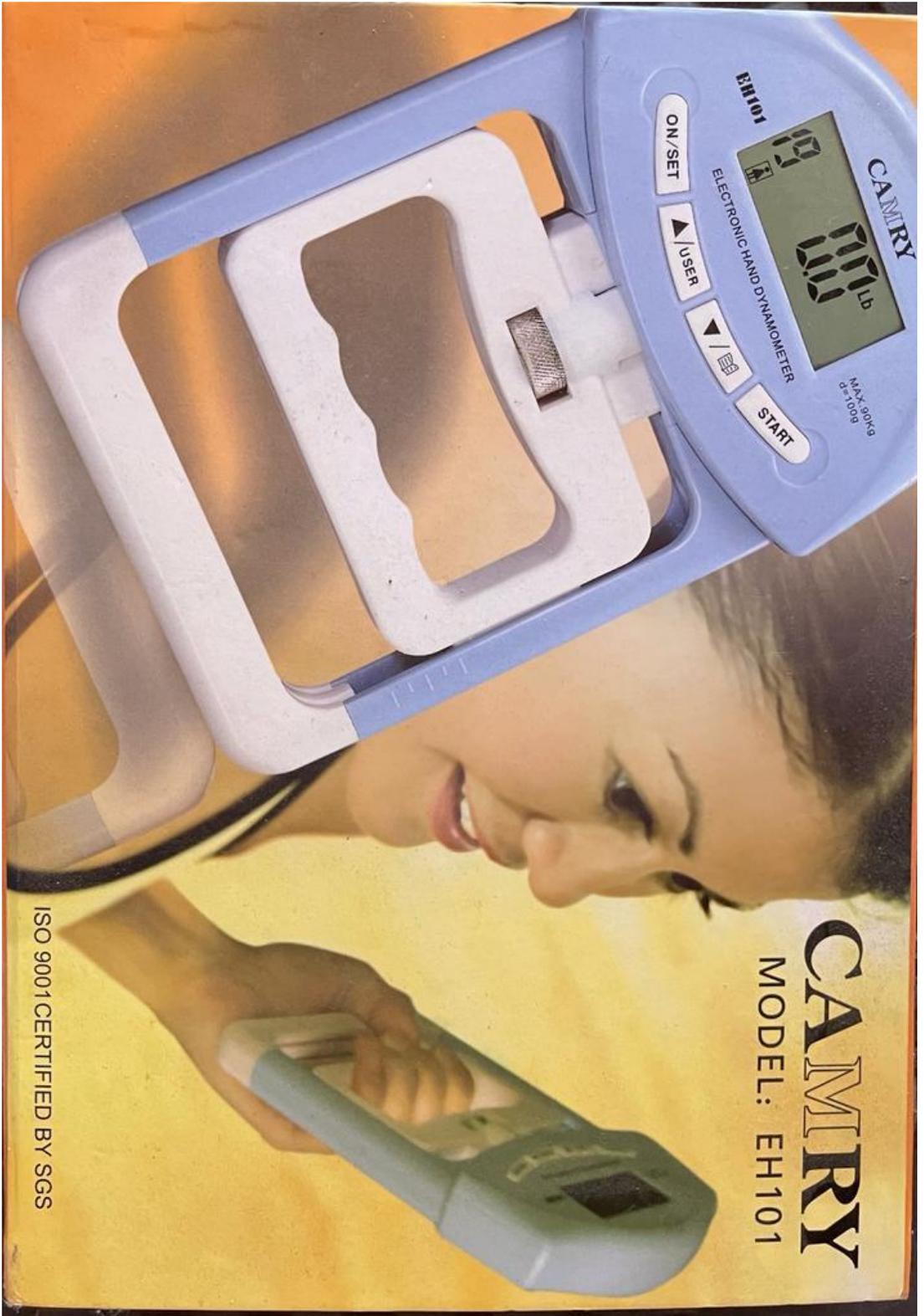
1. Ergonomic design, work, ergonomics.
2. Adjustable handle, suitable for users of different ages, suitable for 5-point testing protocol.
3. Portable, easy-to-use design.
4. Equipped with high precision strain gauge sensor.
5. Easy-to-read 0.2 cm LCD display.
6. Multi-functions including user's ID setting, auto-storing, battery low warning, auto-restart.

**OUTLINE TO REPLACE BATTERIES**

1. Open battery case from the back of the dynamometer.
2. Insert the battery into the battery compartment.
3. Make sure the battery is inserted correctly.
4. Close the battery case.

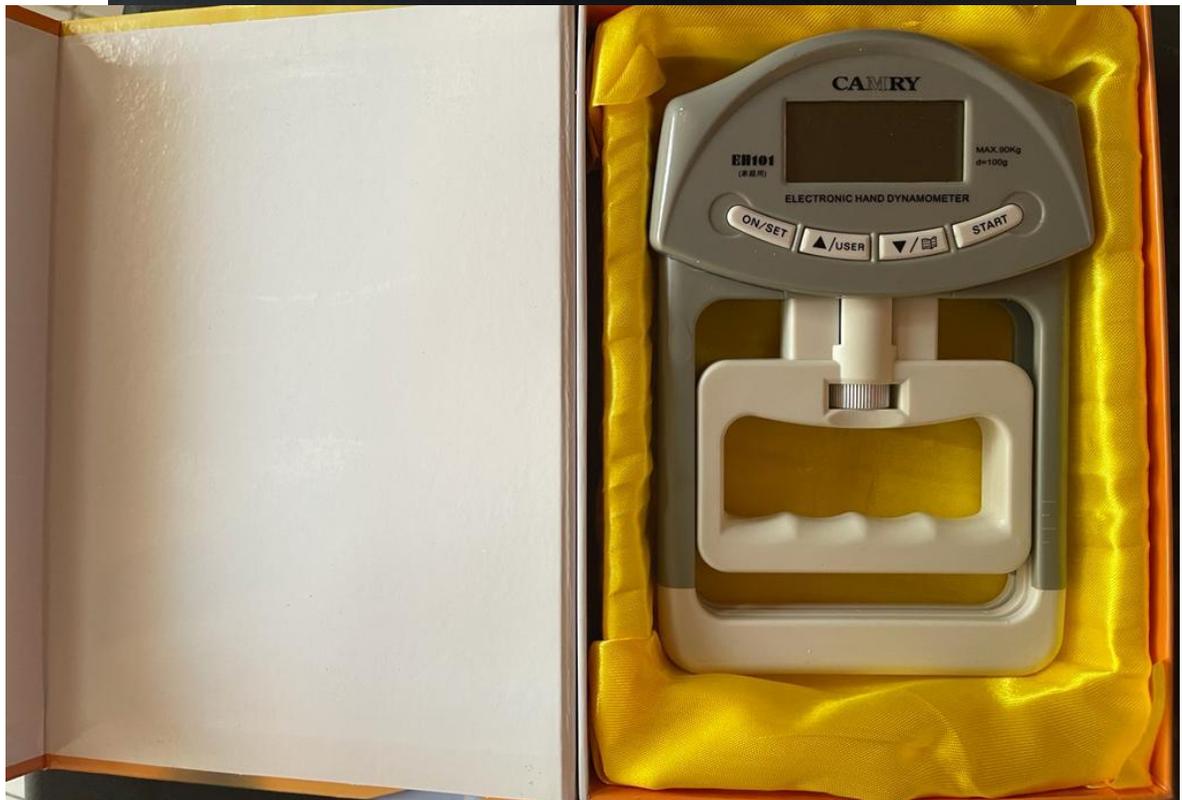
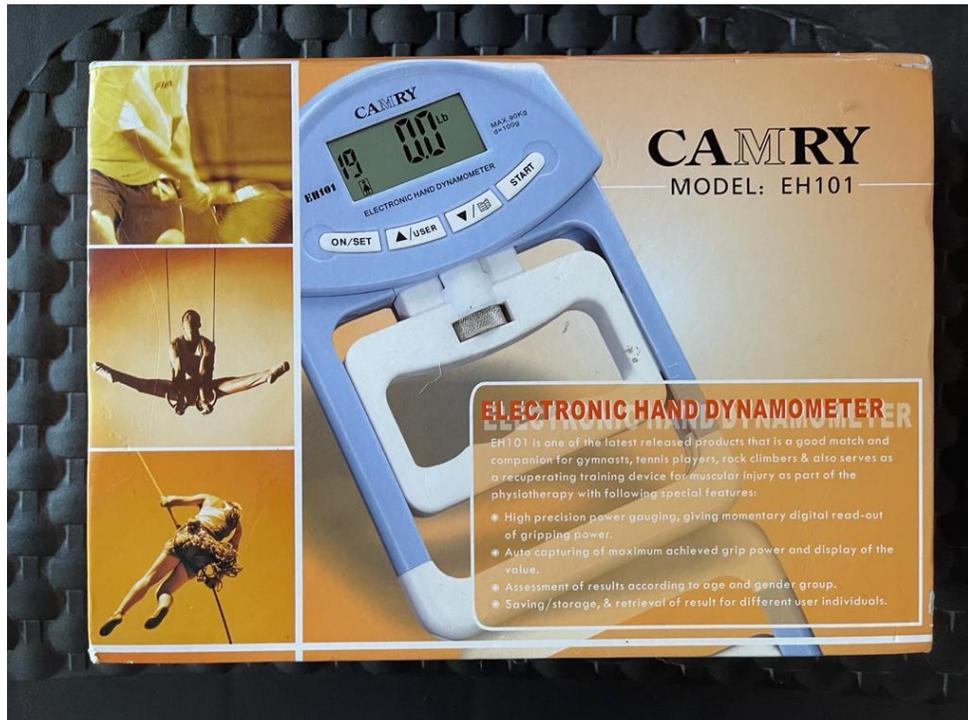
**LCD ICONS DESCRIPTION**

ICON	DESCRIPTION	UNIT (kg / lb)
	LOW BATTERY	-
	USER ID	-
	WEIGHT	Lb / Kg
	AGE	Age
	STRONG	-
	FLUCTUATION	-



**CAMIRY**  
MODEL: EH101

ISO 9001 CERTIFIED BY SGS





Día 7 Semana 7

#	NOMBRE	EDAD	GENERO	KG FUERZA	FECHA
1	Marlenis Ortega	70	F	18.7	04-08-2021
2	Diana Posa Bero Polina	72	F	9.7	04-08-2021
3	Paula Madinez	62	F	16.0	1201-80-70
4	Marilda Aravia Pajino	66	F	12.2	04-08-2021
5	Esperina Diaz	74	F	16.0	04-08-2021
6	Gloria Vasquez Tugo	56	F	25.5	1201-80-70
7	Tobita Saucedo	1944	F	16.3	1201-80-70
8	Yerica Torres	77	F	8.3	04-08-2021
9	Marilda Pacheco	73	F	13.1	04-08-2021
10	Posa Helena Reyes	79	F	14.2	1201-80-70
11	Ana Godera	65	F	10.9	1201-80-70
12	Amos Antonio Alarcon	52	M	39.6	1201-80-70
13	Marilda Posera Jinto	69	F	16.8	1201-80-70
14	Moderata Romero	75	F	18.7	1201-80-70
15	Meresa Comales	70	F	12.7	04-08-2021
16	Manuel Arrosa	73	M	13.4	04-08-2021
17	Yadira Alvarez	63	F	21.6	1201-80-70
18	*Envia Alvarez	81	F	11.1	1201-80-70
19	*Diana Padinquez	70	F	16.1	1201-80-70
20	Posa Yana Patrino	70	F	15.8	04-08-2021
21	Paula Helma Patrino	75	F	21.9	04-08-2021
22	Hendó Sola Patrino	65	M	35.8	04-08-2021
23	Paula Cardenas	66	F	17.4	1201-80-70
24	*Patricia Torres	60	F	25.2	04-08-2021
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Semana 2

#	NOMBRE	EDAD	GENERO	KG FUERZA	FECHA
1	Martín Ortega	70	F	20.6	11-08-2021
2	Esquelina Diaz	79	F	14.7	11-08-2021
3	Lidia Robles	70	F	9.5	20
4	Irana Vasquez	78	F	23.0	20
5	Isisna Kosh Berto	52	M	23.1	16
6	Manuel Arroyo	73	F	26.0	15
7	Manuel Arroyo	67	M	26.0	24
8	Wency Espino	66	F	25.9	16
9	Paola Gomez	62	F	24.9	16
10	Yanilda Arana Regino	69	F	16.2	30
11	Manuela Vasquez	56	F	22.3	13
12	Carmin Lopez	66	F	18.9	27
13	Dalis Gordenas	66	F	20.1	29
14	Devita Saicrola	77	F	8.6	16
15	Desora Estanislava	75	F	11.2	16
16	Manuela Estanislava	75	F	28.7	16
17	Devina Juliana	72	F	18.4	16
18	Paola Calaban	51	F	31.8	29
19	Yolanda Lopez	55	F	25.2	19
20	Yolanda Sicha	72	F	21.1	14
21	Yolanda Contreras	64	F	19.2	15
22	Yolanda Contreras	60	F	20.4	14
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Semana 3

#	NOMBRE	EDAD	GENERO	KG FUERZA	FECHA
1	Esaveling Diaz	74	F	14.1	18-08-2021
2	Digna Bemio	72	F	14.5	18-08-2021
3	Dinon Centorols	64	F	24.1	18-08-2021
4	Dalia Alarnez	62	F	32.7	18-08-2021
5	Audilio Anaya	73	F	11.0	18-08-2021
6	Ama Torres	77	F	23.2	18-08-2021
7	Alana Elena Alarnez	75	F	21.2	
8	Yunilda Aramb	66	F	27.5	
9	Manuel Araya	73	M	13.4	
10	Ana Alameda	65	F	44.0	
11	Carlos Antonio Maestre	52	M	32.9	
12	Margela Vasquez	56	F	19.9	
13	Maria Elena Rojas	79	F	6.8	
14	Yovita Salcedo	77	F	28.3	
15	Yancy Espitia	66	F	14.3	
16	Esther Araya	73	F	16.3	
17	Yunilda Pacheco	73	F	24.1	
18	Yvana Vasquez	57	F	13.7	
19	Arosol Gonzalez	78	F	17.7	
20	Dalis	66	F	14.0	
21	Dorinda Pires	69	F	23.1	
22	Melinda Pinedo	66	F	11.2	
23	Carmin Lopez	73	F	9.9	
24	Paulina Molina	81	F	26.6	
25	Isella Gurman	76	F	20.1	
26	Conos Nar Diaz	63	F	20.5	
27	Madira Alvarez	69	F	14.6	
28	Ana Juca Madinez	70	F		
29	Passion Palamino				
30					
31					
32					
33					
34					
35					

18  
16  
17  
24  
32  
26  
16  
34  
35  
44  
140  
42  
22  
30  
32  
23  
15  
12  
16  
16  
25  
15



# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

## BENEFICIOS QUE REPORTAN LOS EJERCICIOS DE FUERZA PARA ATENUAR LOS EFECTOS DE LA SARCOPENIA EN LA POBLACIÓN ADULTA MAYOR.

GRUPO EXTENSIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA DEL BARRIO MOCARÍ

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### EXPLICACION PARA EL TUTOR (LEER ANTES DE FIRMAR EL CONSENTIMIENTO).

Bajo la gravedad de juramento, que estoy en buenas condiciones físicas para presentar las pruebas de aptitud física, que he tenido la oportunidad de preguntar y aclarar todas las dudas e inquietudes que tengo acerca de la evaluación que se va a realizar. Si por algún motivo, la información no es incontestable y no se tienen en cuenta las recomendaciones sugeridas para la presentación de las pruebas físicas, ejercicio físico lo hará corriendo su propio riesgo y asume la responsabilidad de cualquier accidente o perjuicio que le pueda suceder y por lo tanto, NO culpará a los encargados del protocolo, ni a la Universidad de Córdoba de ninguna queja, daño o demanda que ocurra en el presente o en el futuro, ya sea esta conocida o desconocida. Por lo anterior doy mi constancia de haber sido informado(a) a satisfacción sobre las pruebas a realizar, y eximo de esta forma a la Universidad de Córdoba de cualquier perjuicio.

SI EXISTE ALGUNA PARTE DE ESTE DOCUMENTO QUE NO ENTIENDA, O REQUIERE INFORMACIÓN ADICIONAL, PREGUNTE A UNA DE LAS PERSONAS ENCARGADAS DEL PROCEDIMIENTO ANTES DE FIRMAR.

Yo Elvis Alvarez, mayor de edad identificado con cedula de ciudadanía N° 30905019 de Montería, declaro que estoy en completa competencia para dar mi participación voluntaria para suministrar la información requerida, test de fuerza prensil y test funcionales con el objetivo de participar en el proyecto titulado: "BENEFICIOS QUE REPORTAN LOS EJERCICIOS DE FUERZA PARA ATENUAR LOS EFECTOS DE LA SARCOPENIA EN LA POBLACIÓN ADULTA MAYOR.". Declaro que la información suministrada con relación a los objetivos del proyecto y la educación e información de la metodología fue clara y comprendí lo socializado por los investigadores. Comprendo también, que la información que se obtenga en este estudio puede contribuir a impulsar los cambios a nivel de fuerza prensil y funcional para el fortalecimiento de las políticas existentes por parte del gobierno para procurar un envejecimiento saludable y revertir la discapacidad en esta población.

El propósito de la investigación, los métodos y medios como va a ser llevada a cabo, me han sido explicados por Facimayo, C.C. 1067949825 persona calificada para realizar los test y los ejercicios físicos.

#### Procedimiento a seguir

Si usted está de acuerdo en participar en este estudio, con la realización de ejercicios de fuerza y la realización de varios test, fuerza prensil, test de flexión de codo.



# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

### Período de participación

Tiempo necesario para el diligenciamiento: 12 semanas.

### Riesgos Mínimos

El diligenciamiento presenta riesgos mínimos de sufrir lesiones musculares, caídas, etc., si no siguen las recomendaciones

### Beneficios

La información obtenida beneficiará a la comunidad en general debido a que los resultados obtenidos del análisis de la relación del estado actual de los ejercicios de fuerza realizados y plasmados en las pruebas funcionales mejorando las políticas públicas en los adultos mayores de la ciudad de Montería Córdoba, será entregado a los entes gubernamentales correspondientes, para que les sirva de insumo en el fortalecimiento los programas que contribuyan a revertir la funcionalidad de las personas mayores y servir a un envejecimiento saludable.

### Confidencialidad

Su nombre no será usado en ningún informe de este estudio, excepto mediante una autorización expresa. Cualquier información pertinente del estudio que pudiese beneficiar la salud del participante le será comunicada a través de su seccional de salud.

### Condiciones de retiro del procedimiento por parte del voluntario

El procedimiento a realizar es totalmente voluntario, y el retiro de éste podrá efectuarse en cualquier momento que desee. ¿Permitiría usted el empleo de esta información en futuros estudios de investigación sin que se revele su identidad?

SI  NO

Firma del voluntario

Eniva Alvarez c.c. 34905019

Firma de los testigos

Diego Ray c.c. 1067949325

Dirección:

Montería 3 de mayo y marconi C.C.

Fecha:

18/09/2020

**Por una universidad con calidad, moderna e incluyente**  
Carrera 6ª. No. 77-305 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920  
[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)



Certificado SC 5276-1