



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

---

---

**“Obesidad sarcopénica y su impacto  
en la fragilidad del adulto mayor”**

Tesis que para obtener el grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS Y DE LA SALUD

Presenta:

**RUBÍ VARGAS VARGAS**

Director de Tesis

**Director:** Dr. Javier Villanueva Sánchez  
**Codirector:** M. en C. Miroslava Porta Lezama  
**Codirector:** Dr. David López Romero  
**Suplente:** M.N.H. Amanda Peña Irecta  
**Tutor:** M.N.H. Zuli G. Calderón Ramos

San Agustín Tlaxiaca, Hgo. Septiembre 2014.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS Y DE LA SALUD

Of. No MCBS/2014/43  
Asunto: Asignación de Jurado de Examen

**L. N. S. Rubí Vargas Vargas**  
Candidata a Maestra en Ciencias Biomédicas y de la Salud

Por este conducto le comunico el jurado que le fue asignado a su Tesis titulada "Obesidad Sarcopénica y su Impacto en la Fragilidad del Adulto Mayor", con el cual obtendrá el **Grado de Maestra en Ciencias Biomédicas y de la Salud**; después de revisar la tesis mencionada y haber realizado las correcciones acordadas, han decidido autorizar la impresión de la misma.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

PRESIDENTE DR. DAVID LÓPEZ ROMERO

PRIMER VOCAL DR. JAVIER VILLANUEVA SÁNCHEZ

SECRETARIA M. en C. MIROSLAVA PORTA LEZAMA

SUPLENTE M.N.H. ZULI CALDERÓN RAMOS

SUPLENTE M.N.H. AMANDA PEÑA IRECTA

Sin otro asunto en particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.



Atentamente  
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"  
San Agustín Tlaxiaca Hgo. a 30 de abril de 2014

M.C. ESP. JOSÉ MARÍA BUSTO VILLARREAL  
DIRECTOR

M.C. ESP. MARICELA GUEVARA CABRERA  
COORDINADORA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO ICSA

DR. JUAN ELIEZER ZAMARRIPA CALDERÓN  
COORDINADOR DEL PROGRAMA



Laboratorio de Materiales Dentales /Clínica de Odontología Ciudad del Conocimiento carretera Pachuca Tulancingo Km. 4.5  
Mineral de la Reforma Hgo. C.P. 42184 Tel: (771) 7172000 ext. 6991 correo electrónico mtria\_bio\_sal@uaeh.edu.mx



Durante el desarrollo de estos estudios, se contó con una beca de manutención otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), número de beca 265762.

## Contenido

Índice de ilustraciones.....	6
Índice de tablas .....	8
Índice de anexos.....	9
Abreviaturas .....	12
Resumen.....	13
Abstract .....	14
Introducción .....	15
Antecedentes .....	17
<i>Envejecimiento</i> .....	18
<i>Demografía del envejecimiento</i> .....	19
<i>Esperanza de vida</i> .....	20
<i>Mortalidad y morbilidad y causas de discapacidad en el adulto mayor</i> .....	21
<i>Fisiología y composición corporal del adulto mayor</i> .....	23
<i>Masa grasa</i> .....	26
<i>Músculo esquelético</i> .....	28
<i>Indicadores antropométricos</i> .....	28
<i>Circunferencia de pantorrilla y brazo</i> .....	30
<i>Resistencia a la insulina</i> .....	31
<i>Actividad física</i> .....	31
<i>Fisiopatología del envejecimiento</i> .....	32
<i>Alteraciones del sistema musculoesquelético.</i> .....	33
Fragilidad .....	34
<i>Epidemiología de la Fragilidad</i> .....	37
<i>Obesidad sarcopénica</i> .....	43
<i>Métodos de evaluación de la composición corporal</i> .....	46
DISEÑO METODOLÓGICO.....	51
<i>Planteamiento del problema</i> .....	51
Justificación .....	54
Hipótesis.....	54

Objetivo .....	54
<i>Objetivos específicos</i> .....	54
<i>Tipo de estudio</i> .....	55
<i>Población de estudio</i> .....	55
<i>Muestra</i> .....	55
<i>Métodos</i> .....	56
<i>Evaluación antropométrica</i> .....	61
<i>Evaluación de la composición corporal con Bod-Pod<sup>MR</sup></i> .....	65
<i>Evaluación de la composición corporal con Bodystat<sup>MR</sup></i> .....	65
Fragilidad .....	67
Aspectos éticos y de bioseguridad .....	70
Análisis estadístico .....	71
Resultados .....	72
Discusión .....	77
<i>Vivienda, estado laboral, escolaridad, patología presente</i> .....	78
<i>Peso</i> .....	79
<i>Circunferencia media de brazo y pantorrilla</i> .....	79
<i>Circunferencia de cintura</i> .....	80
<i>Porcentaje de masa grasa</i> .....	80
<i>Fragilidad</i> .....	81
<i>Sarcopenia</i> .....	82
<i>Sarcopenia, obesidad sarcopénica y fragilidad</i> .....	82
Conclusiones .....	84
Recomendaciones .....	85
Anexos.....	88
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	99
BIBLIOGRAFIA.....	101

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Estudio de la composición del cuerpo humano se define mediante tres áreas de investigación que interactúan .....	18
Ilustración 2 Pirámides de población en México 1950-2050 .....	20
Ilustración 3 Esperanza de vida en años por sexo 1930 -2012.....	21
Ilustración 4 Esperanza de vida al nacer 1930-2012.....	21
Ilustración 5.- Porcentaje de la población con discapacidad según causa de la misma .....	22
Ilustración 6 Distribución porcentual de los adultos mayores por dificultad para realizar actividades básicas y actividades instrumentales de la vida diaria en México.....	23
Ilustración 7 Cambios relacionados con la edad en la masa muscular.....	34
<b>Ilustración 8</b> Cascada de la fragilidad.....	36
Ilustración 9 Genética, envejecimiento y comorbilidades asociadas al síndrome de fragilidad. ....	37
Ilustración 10 Fisiopatología de la fragilidad.....	39
Ilustración 11 Fisiopatología de la sarcopenia .....	41
Ilustración 12 EWGSOP diagnóstico de sarcopenia con 2 criterios .....	42
Ilustración 13 Algoritmo propuesto por EWGSOP para detectar casos de sarcopenia en la edad avanzada.....	42
Ilustración 14 Potenciales factores etiológicos en el desarrollo de la sarcopenia .....	43
Ilustración 15 Relaciones entre el envejecimiento, la grasa y la infiltración muscular.....	45
Ilustración 16 Modelos de la evaluación de la composición corporal.....	46
Ilustración 17 Resonancia magnética del cuádriceps de un sedentario de 74 años.....	52
Ilustración 18 Resonancia magnética de un triatleta de 40 años .....	52
Ilustración 19 Área de sección transversal de dos hombres con IMC similar.....	52
Ilustración 20 Estadímetro marca Seca <sup>MR</sup> .....	61
Ilustración 21 Medición de la altura de rodilla.....	62
Ilustración 22 Segmómetro para toma de medida de brazada.....	63
Ilustración 23 Cinta antropométrica Rosscraft <sup>MR</sup> .....	63
Ilustración 24 Toma de circunferencia de brazo .....	64
Ilustración 25 toma de circunferencia de cintura .....	64
Ilustración 26 Toma de circunferencia de pantorrilla .....	65
Ilustración 27 Bod-Pod <sup>MR</sup> .....	65
<b>Ilustración 28</b> Bodystat <sup>MR</sup> .....	67

Ilustración 29 Acomodo de los electrodos del Bodystat MR.....	67
Ilustración 30 Dinamómetro Jamar <sup>MR</sup> , forma de tomar el dinamómetro .....	68
Ilustración 31. Velocímetro.....	69
Ilustración 32 Desarrollo metodológico del estudio.....	71
Ilustración 33 Posibles consecuencias de la obesidad sarcopénica en la vejez .....	83
Ilustración 34 Distribución de la ingesta e proteína en cada tiempo de comida.....	86
Ilustración 35 Abordaje teórico del Bod-Pod <sup>MR</sup> .....	98

---

## Índice de tablas

Tabla 1 Principales causas de muerte en la población mayor a 60 años .....	23
Tabla 2 Cambios asociados al envejecimiento .....	25
Tabla 3 Porcentaje de grasa edad-mujeres .....	28
Tabla 4 Peso para la edad en el anciano mujeres: 65 a 90 años .....	29
Tabla 5 Clasificación de la valoración nutricional de las personas .....	30
Tabla 6 Promedio de la pantorrilla de la población mexicana .....	31
Tabla 7 Índice de circunferencia de brazo-edad mujeres 60-79.9años.....	31
Tabla 8 Criterios de fragilidad.....	37
Tabla 9 Diferencias generales entre el proceso de envejecimiento normal y la fragilidad ..	38
Tabla 10 Categorías de la sarcopenia según la causa .....	40
Tabla 11 Ejemplo de composición corporal entre un individuo de 25 años y otro de 75 años. .....	45
Tabla 12 Técnicas de medición de la masa, fuerza y función muscular en investigación y en la práctica clínica .....	47
Tabla 13 Variables independientes y dependientes .....	57
Tabla 14 Criterio para fragilidad .....	69
Tabla 15 Criterio de fragilidad B.....	69
<b>Tabla 16.</b> Características generales de la muestra .....	72
Tabla 17. Situación antropométrica.....	73
Tabla 18. Diagnóstico de composición corporal de acuerdo al IMC .....	73
Tabla 19 Características de composición corporal: estimación de la masa músculo esquelética, resistencia y contenido de agua .....	73
Tabla 20 Prevalencia de los componentes del diagnóstico de fragilidad .....	74
Tabla 21. Diagnóstico de fragilidad .....	74
Tabla 22. Diagnóstico de sarcopenia.....	75
Tabla 23 Dx. de obesidad sarcopénica (Estado nutricional vs IMME) .....	75
Tabla 24 Mujeres con algún tipo de fragilidad en función de sobrepeso/Obesidad sarcopénica .....	76
Tabla 25 Comparación de fuerza de prensión entre obesidad sarcopénica y obesidad con músculo normal .....	76
Tabla 26 Fuerza de prensión en kg.....	77
Tabla 27 Estudios de gran escala en la prevalencia de sarcopenia.....	78

---

## Índice de anexos

Anexo 1 Consentimiento informado .....	89
Anexo 2 Protocolo para aplicar cuestionarios .....	91
Anexo 3 Recolección de datos.....	93
Anexo 4 Test de Fragilidad .....	94
Anexo 5 Formato para pacientes .....	95
Anexo 6 Variables utilizadas para clasificación de fragilidad. ....	96
Anexo 7 Clasificación de datos de vivienda, escolaridad y seguridad social.....	97
Anexo 8 Abordaje teórico del Bod-Pod <sup>MR</sup> .....	98

---

## **Agradecimientos**

A Dios por siempre tener los tiempos perfectos, por poner a las personas y oportunidades en mi camino en su tiempo correcto.

Gracias a mi Familia por su apoyo y alentarme a cada paso y por ser la razón de seguir siempre.

A mis amigos por siempre tener una palabra de aliento, en especial a Lilia por ser la incitadora para estudiar una maestría “Gracias Lilia”, a Dulce por su apoyo moral y tiempo, gracias amigas y amigos por compartir cada momento.

A mi comité: maestras y doctores por su tiempo para orientarme, por su disposición, por compartir su invaluable conocimiento, gracias por su paciencia, en especial a la maestra Miroslava por estar literalmente correteándome para que esto sea una realidad.

A las y los adultos mayores que me hicieron el honor de asistir en mi proyecto, gracias por su tiempo y confiar en él, gracias porque son la base de este trabajo y porque de cada uno aprendí que nunca es demasiado tarde.

A mi esposo, “Gracias Corazón” Qué más puedo decir... porque aunque encontrara las palabras no se acercarían ni un poco a todo el apoyo que a tu lado he encontrado, gracias Roberto por tener siempre la palabra y la acción correcta, gracias porque junto a ti nada es imposible.

*"Jamás un hombre es demasiado viejo para recomenzar su vida y  
no hemos de buscar que lo que fue le impida ser lo que es o lo que será"*  
**Miguel de Unamuno**

## Abreviaturas

<b>AM</b>	Adultos mayores
<b>BIA</b>	Análisis de impedancia bioeléctrica
<b>DEXA</b>	Absorciometría radiológica de doble energía
<b>ENADID</b>	Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica
<b>ENSANUT</b>	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
<b>EWGSOP</b>	Grupo europeo de sarcopenia en personas mayores
<b>HC</b>	Hormona del crecimiento
<b>IMC</b>	Índice de masa corporal
<b>MME</b>	Masa músculo-esquelética
<b>MMEA</b>	Masa músculo-esquelética apendicular
<b>MCLG</b>	Masa Corporal Libre de Grasa
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>RM</b>	Resonancia magnética
<b>TAC</b>	Tomografía computarizada
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática
<b>OS</b>	Obesidad Sarcopénica

## **Resumen**

Personas mayores y obesas con disminución de la masa muscular o fuerza están en especial riesgo de resultados adversos. Se discuten las posibles relaciones entre el deterioro muscular en las personas obesas y las consecuencias que la obesidad y pérdida muscular pueden tener sobre la salud y la discapacidad.

En México existen pocos estudios referidos sobre, composición corporal, fragilidad, sarcopenia y obesidad sarcopénica y sobre todo acerca de la posible relación entre la fragilidad con la obesidad sarcopénica. El objetivo de este estudio fue evaluar algunas variables de composición corporal por, desplazamiento de aire, y bioimpedancia eléctrica (BIE) así como estilos de vida, en personas mayores de 60 años y con vida libre en la ciudad de Pachuca Hidalgo.

Se utilizaron métodos doblemente indirectos validados para estimar la cantidad de masa musculo-esquelética y con métodos indirectos se midió cantidad de masa grasa y masa libre de grasa; se pretende con este estudio desarrollar con métodos ya validados hacer una asociación de la sarcopenia, obesidad sarcopénica; fragilidad y asociación entre los tres si los hay en el sujeto de investigación.

La obesidad se presentó en el 22.2% de las participantes, 12 de las 90 mujeres (13.3%) presentaron obesidad sarcopénica. A pesar de que la OS no se relacionó con el diagnóstico de fragilidad (considerada como un síndrome), sí mostró estar relacionada con uno o más de sus componentes (principalmente con la disminución en la velocidad de la marcha, la disminución de la fuerza de prensión; y en menor medida con la disminución de la actividad física, y pérdida de peso involuntaria).

## **Abstract**

There are possible relationship between in older people with obesity and loss of muscle mass with loss of force these can have risk of adverse outcomes for health, with disability producing.

In Mexico there are few studies related to body composition, frailty, sarcopenia and sarcopenic obesity and especially about the possible relationship between fragility with sarcopenic obesity. The aim of this study was to evaluate some variables of body composition, air displacement, and Bioelectrical impedance Analysis (ABI) and lifestyles in people over 60 years old and free life in the city of Pachuca Hidalgo

Was utilized indirect doubly methods, a formula validated for estimating the amount of musculo-skeletal, were utilized methods to estimated fat mass and fat-free mass was measured,

The target was make an association of sarcopenia, sarcopenic obesity; fragility and relationship between the three, on the older women in study.

Obesity was present in 22.2% of participants, 12 of 90 women (13.3%) had sarcopenic obesity. Although the obesity sarcopenic are not related to the diagnosis of fragility (considered a syndrome), it was shown to be related to one or more components (mainly with the decrease in speed of travel, the reduced strength of force, and to a lesser extent with physical activity, and unintentional weight loss).

## **Introducción**

El envejecimiento de la población puede considerarse un éxito de las políticas de salud pública y del desarrollo socioeconómico, sin embargo; el envejecimiento acelerado de la población también representa un reto importante para el sector salud, ya que concomitante a este fenómeno aumentarán también de forma acelerada la demanda de atención a la salud y por consiguiente el gasto en este rubro requerirá de un modelo de atención específico del sector salud para contender adecuadamente con las nuevas necesidades de ésta población, tanto en lo que se refiere a servicios asistenciales y residenciales, como en lo que respecta a la alta prevalencia de discapacidad que afecta desproporcionadamente a los grupos poblacionales de edad más avanzada[1] y para la sociedad que debe adaptarse a ello para mejorar al máximo la salud y la capacidad funcional de las personas mayores, así como su participación social y su seguridad. De acuerdo con la estadística INEGI 2010, en Hidalgo viven casi 300 mil adultos mayores de un total de dos millones seiscientos mil personas, estas cifras indican que las necesidades seguirán en aumento para este grupo de edad[2].

Debido al aumento de la esperanza de vida y a la disminución de la tasa de fecundidad, la proporción de personas mayores de 60 años está aumentando más rápidamente que cualquier otro grupo de edad en casi todos los países, como es el caso de México.

Las principales causas de morbilidad y mortalidad son actualmente enfermedades crónicas no transmisibles como hipertensión, diabetes e infartos agudos al miocardio, así como accidentes cerebro-vasculares[3]. En la senectud es frecuente la discapacidad, el 23% es causado por la edad avanzada[2].

El estudio de la composición corporal es uno de los aspectos más importantes relacionados con la nutrición, tanto por sus implicaciones en el área clínica como en salud pública[4]. El conocimiento de la composición corporal es imprescindible para conocer el efecto que tiene la dieta, el crecimiento, la actividad física, la enfermedad y otros factores del entorno sobre el organismo[5].

En el cuerpo humano, desde el nacimiento los cambios en la composición corporal son sutiles y graduales, sin embargo, estos pueden llegar a tener más impacto durante la senectud puesto que los sistemas corporales se van deteriorando y se pierde la homeóstasis[6].

Existen diferentes indicadores que permiten conocer el estado de nutrición, en los adultos mayores los más relevantes son la estatura (talla), el peso y el índice de masa corporal, que con la edad, tienden a disminuir[6]. Desde el punto de vista fisiológico, la principal característica del envejecimiento es la pérdida progresiva de masa corporal magra, es decir, se desarrolla la sarcopenia[7]. También ocurren cambios en los componentes de grasa, los cuales están relacionados con los cambios en la masa corporal total. Por lo general ocurre una relación proporcional y constante con el cambio de peso: 70% de grasa a 30% de masa libre de grasa, ésta relación, sin embargo, puede perder su regulación durante la senectud, lo que permite el desarrollo de cambios discordantes en los componentes del tejido magro y blando que llevan a una composición corporal caracterizada por una masa muscular baja en presencia de niveles altos de grasa corporal, a ésta forma desordenada de composición corporal se ha denominado obesidad sarcopénica[6].

Los métodos de evaluación de la composición corporal en los adultos mayores son similares a los de otras etapas de la vida, la pletismografía por desplazamiento de aire y la bioimpedancia eléctrica, así como la antropometría permiten conocer el porcentaje de grasa corporal en la senectud[8].

Los cambios en la mayoría de los sistemas corporales como la disminución de tasa metabólica, de la ingestión calórica, y del aprovechamiento de los nutrimentos, se ven reflejados en el estado de nutrición, lo cual se traduce en una menor capacidad de adaptación del organismo ante cambios internos y externos, por lo que se presenta una mayor susceptibilidad frente a situaciones de estrés físico (fragilidad)[9].

Se planteó el cuestionamiento sobre la prevalencia de mujeres con sarcopenia, prevalencia de fragilidad, prevalencia de obesidad y la asociación que existe las tres. Para ello se realizó una revisión bibliográfica para aclarar los conceptos. También se abordaron estudios y resultados para minimizar costos en la investigación para diagnosticar sarcopenia y

obesidad sarcopénica; se explican los métodos, herramientas y procedimientos que se utilizaron como base de estudio. El estudio fue realizado en una muestra de mujeres de mayores de 60 años que acuden a Casas de Salud en Pachuca, Hidalgo.

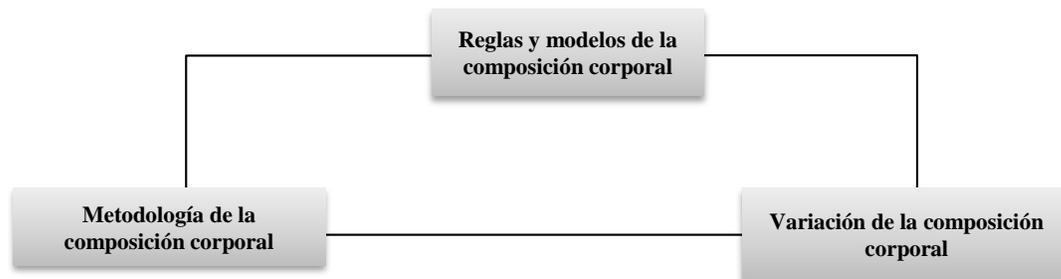
## **Antecedentes**

La composición de un organismo refleja la acumulación neta durante la vida de nutrientes y otros sustratos adquiridos del medio ambiente y retenidos por el cuerpo. Estos componentes proporcionan vida al organismo; los componentes que van desde elementos hasta tejidos y órganos son los tabiques que dan masa, forma y función a todos los seres vivos. Las técnicas de análisis de composición corporal permiten estudiar la forma en que estos tabiques funcionan y cambian con la edad y estado metabólico[10].

Un estudio de la composición corporal está organizado en tres áreas interconectadas (**ilustración 1**) la primera incluye las reglas y los modelos de la composición corporal, lo que comprende los componentes mismos, definiciones y asociaciones entre ellos. Existen alrededor de 30 o 40 componentes principales, que incluyen a aquellos que representan combinaciones de componentes en diferentes niveles, que cuando los investigadores los combinan de una forma matemática, se denominan modelos. La segunda área de investigación comprende la metodología de la composición corporal. Existen diferentes métodos (*in vivo* e *in vitro*) para medir los componentes corporales principalmente de los cinco niveles. La tercera área de investigación es la variación de la composición corporal, y comprende los cambios en la composición corporal relacionados con las condiciones fisiológicas y patológicas.

La áreas investigadas incluyen crecimiento, desarrollo, envejecimiento, raza, nutrición, efectos hormonales y actividad física, así como algunas enfermedades y medicamentos que influyen en la composición corporal de la persona[10].

**Ilustración 1** Estudio de la composición del cuerpo humano se define mediante tres áreas de investigación que interactúan



**Fuente:** Shen W, S.-O., Wang Z, Heymsfield S B. , *Estudio de la composición corporal: generalidades*, in *Composición Corporal*, M.-H. Interamericana, Editor 2005 México p. 3-14. De Z.M. Wang et al., 1992 “the five-level model: a new approach to organizing body-composition research,” *American journal of clinical Nutrition* 56:19-28. Adaptada con autorización del *American Journal of Clinical Nutrition*.

### ***Envejecimiento***

México se encuentra inmerso en un proceso de transición demográfica condicionado por los cambios importantes en las tasas de natalidad y mortalidad que se observaron en el país durante el siglo XX, actualmente se marca el inicio de un envejecimiento acelerado de la población que alcanzará su máximo durante la primera mitad de este siglo; Para 2050 se estima que los adultos mayores conformarán cerca de 28.0% de la población[1].

En las últimas décadas el estudio de la composición corporal en adultos mayores ha sido de interés en investigaciones relacionadas al área de la salud. El proceso normal de envejecimiento está asociado a cambios biológicos y de estilo de vida, los cuales pueden influenciar la composición corporal y finalmente el estado de salud y es indudable que estos cambios en la composición corporal pueden tener un impacto negativo para la salud y calidad de vida de los adultos mayores[11].

La denominación vejez, ancianidad, tercera edad, edad avanzada o envejecimiento identifica los cambios estructurales y funcionales que se producen a lo largo de la vida, desde el desarrollo embriogénico hasta la senescencia, pasando por la maduración, de manera fisiológica se define el envejecimiento como aquella situación en la que hay una evidente capacidad disminuida para mantener la homeostasis [12].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera personas “mayores” a mujeres y hombres que tienen 60 años o más y envejecimiento dentro del mismo contexto la OMS define a la vejez 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 [13]. Se caracteriza por la pérdida progresiva de las capacidades físicas y cognitivas, lo que no solo vuelve vulnerable al organismo sino que aumenta el riesgo de la aparición de deficiencias y discapacidades[14].

### ***Demografía del envejecimiento***

El envejecimiento de la población puede considerarse un éxito de las políticas de salud pública y el desarrollo socioeconómico, pero también constituye un reto para la sociedad, que debe adaptarse a ello para mejorar al máximo la salud y la capacidad funcional de las personas mayores, así como su participación social y su seguridad. Constituye un grupo de población extraordinariamente heterogéneo, de tal modo que la fecha de comienzo de ésta etapa fisiológica no está claramente delimitada[12].

En poco tiempo el número y proporción de población de edades avanzadas aumentará con respecto a los otros grupos de edad[2].

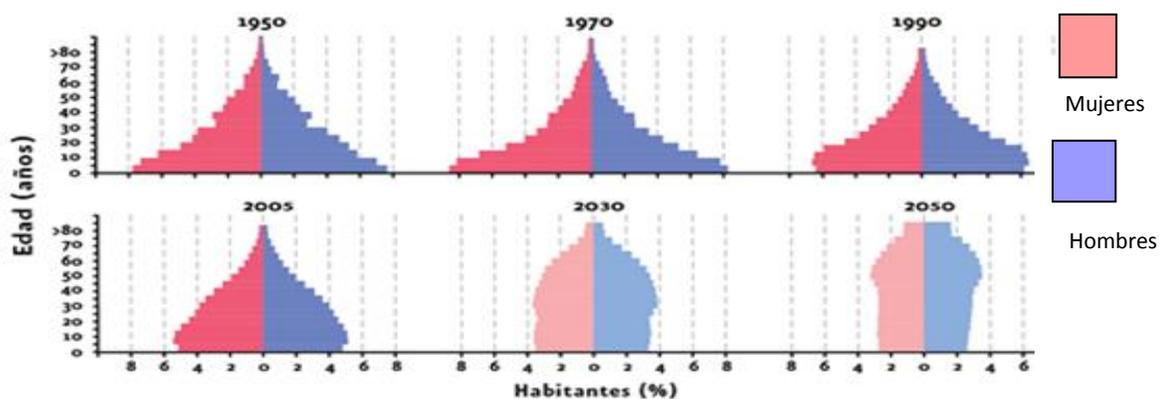
En México para el año 2010 la población total era de 112, 322.757 habitantes, la segunda mayor poblada de América latina y la undécima en el mundo, pasó de 13,6 a 97,5 millones de habitantes de 1940 a 1980, este ritmo de crecimiento es calificado como explosión demográfica lo que motivó la adopción de una política de control de la natalidad a partir de los años setenta, aunque tendencia se ha reducido, la transición demográfica aún está en progreso(INEGI 2010)[2], lo que exige tomar en cuenta el proceso de envejecimiento de la población, aumento en la esperanza de vida y gradualmente a la disminución de la natalidad (ilustración 2).

Según la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID 2009)[15], uno de cada diez habitantes del país tienen 60 años y más. Entre 1990 y 2009, la población de adultos mayores se ha incrementado, pasando de 6.1% a 9.9% en ese lapso. Las entidades federativas que tienen el mayor porcentaje de adultos mayores en su estructura por edad son el Distrito Federal (12%), Chihuahua (11.8%) Yucatán, Veracruz y Nayarit (11.4% cada uno); en tanto que Quintana Roo presenta la proporción más baja (5.7%), seguido de Chiapas y Tabasco (con 7.5 y 8.1%, respectivamente).

En Hidalgo para el 2010 habitaban 250.715 adultos mayores de un total de 2,600.000 personas, de este sector de la población, 133.073 son mujeres y 117.642 hombres y en Pachuca de Soto habitaban 23.340 adultos mayores (INEGI 2010)[2, 16].

La ENADID 2009 identificó que 9.3% de la población mexicana de 60 años y más corresponde a hombres y 10.5% a mujeres, esto hace que la relación de hombres y mujeres sea de 84.2 varones por cada 100 mujeres, por grupos de edad, más de la mitad (55.3%) de adultos mayores tiene entre 60 y 69 años de edad; menos de la tercera parte (30.9%) tienen entre 70 y 79 años y el resto lo conforman aquellos con 80 años y más (13.8%)[2, 15].

**Ilustración 2** Pirámides de población en México 1950-2050

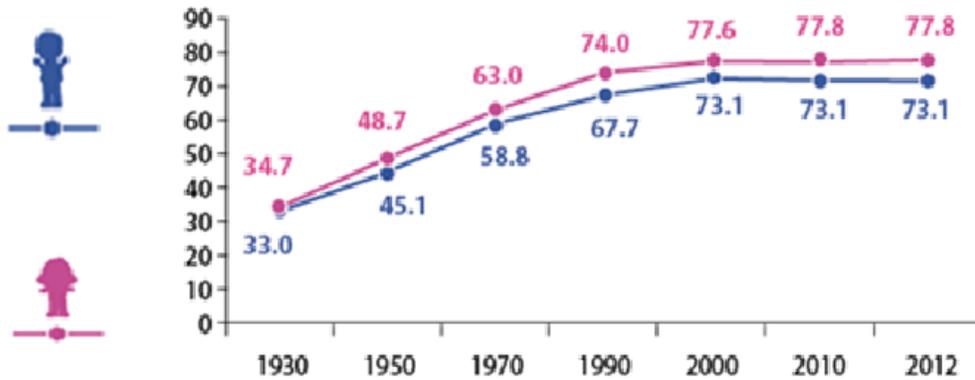


**Fuente:** INEGI Censo de Población y Vivienda (CONAPO) 1950 a 2000. México  
Conapo. Proyecciones de la población de México 2005-2050 México 2006

### ***Esperanza de vida***

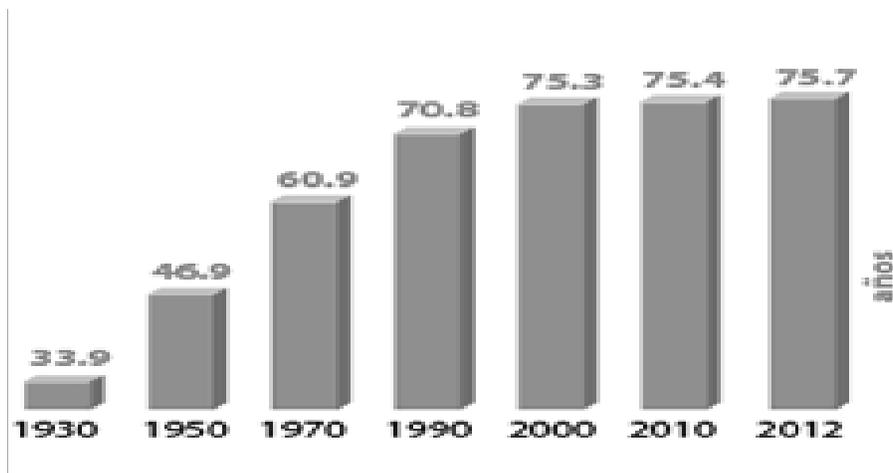
Los cambios en la estructura y composición de la población forman parte de la transición demográfica que vive el país. En 1930, la esperanza de vida para las personas de sexo femenino era de 35 años y para el masculino de 33 años; para 2010 fue de 78 y 73 años, respectivamente, y así se ha mantenido hasta 2012. **(Ilustración 2)** Con una esperanza de vida promedio de 75.7 años para la población mexicana **(Ilustración 3,4)**[17].

**Ilustración 3** Esperanza de vida en años por sexo 1930 -2012



**Fuente:** Indicadores Sociodemográficos de México (1930-2000). Esperanza de vida - género - 1930-2012 - entidad federativa.

**Ilustración 4** Esperanza de vida al nacer 1930-2012



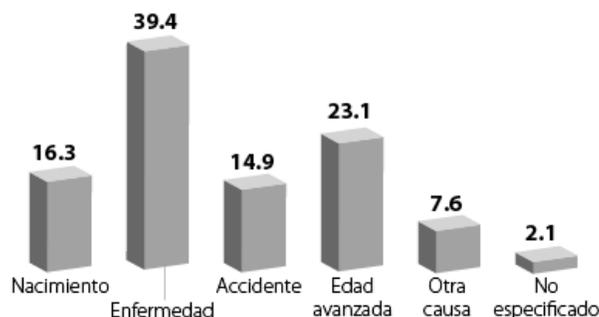
**Fuente:** Indicadores Sociodemográficos de México (1930-2000), Esperanza de vida - género - 1930-2012

### ***Mortalidad y morbilidad y causas de discapacidad en el adulto mayor***

El envejecimiento demográfico también implica un incremento en la prevalencia de la discapacidad; esta, se incrementa gradualmente a partir de los 45 años de edad tanto en hombres como en mujeres, pero alcanza niveles sustanciales a partir de los 70 años cuando los riesgos de experimentar deterioro funcional asociado a la incapacidad para realizar de forma autónoma actividades de la vida diaria son mayores. En la medida en que avance el proceso de envejecimiento, la proporción de individuos en los grupos etarios de mayor riesgo se incrementa, por lo que es previsible que también lo haga la prevalencia de la discapacidad[18].

Los motivos que producen discapacidad en las personas pueden ser variados, pero el INEGI 2010 los clasifica en cuatro grupos de causas principales: nacimiento, enfermedad, accidente y edad avanzada (**Ilustración 5**) de cada 100 personas con discapacidad, 23 están afectados por edad avanzada.

**Ilustración 5.-** Porcentaje de la población con discapacidad según causa de la misma



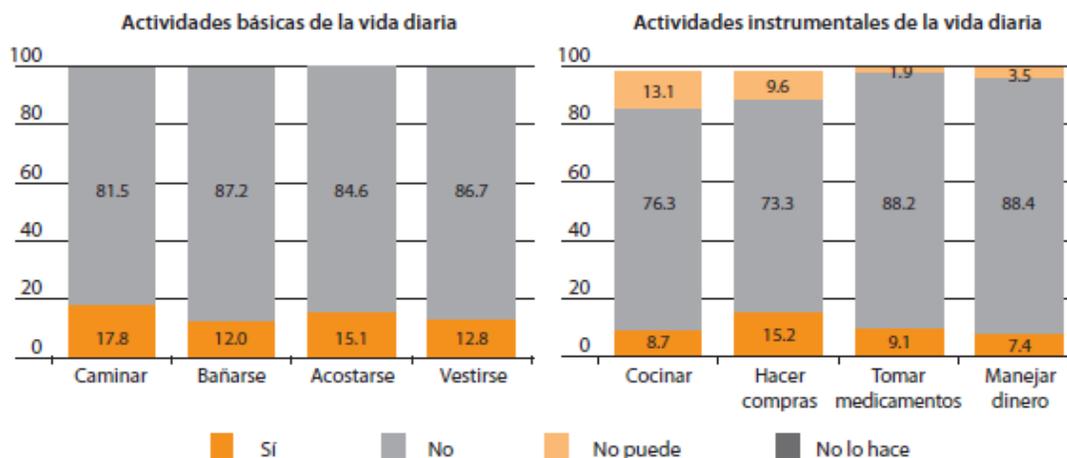
**Fuente:** INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Se ha reportado que la osteoporosis y sus fracturas por fragilidad relacionadas tienen un mayor efecto en la calidad de vida de los pacientes y mayores costos sociales que los cánceres de mama y de próstata. La probabilidad de riesgo durante toda la vida de tener una fractura de cadera a los 50 años fue de 8.5% en mujeres mexicanas y de 3.8% en hombres mexicanos. Es decir, 1 de cada 12 mujeres y 1 de cada 20 hombres sufrirán una fractura de cadera en sus últimos años de vida. [18]

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012) evaluó el estado de salud y dependencia del adulto mayor en dos escalas: las actividades básicas de la vida diaria y las actividades instrumentales de la vida diaria (**Ilustración 6**), recabó información sobre la funcionalidad y caídas entre otros. Obtuvo información de 8 874 hombres y mujeres de 60 años o más que representan a 10 695 704 adultos mayores (AM) en el país, 9.2% de la población estimada del país. En relación a la funcionalidad: actividades básicas e instrumentales de la vida diaria. En el ámbito nacional, 26.9% de los AM (más de una cuarta parte) presentó algún grado de discapacidad así como la discapacidad que presentan los AM en México es mayor en las mujeres que en los hombres (26.9% frente a 23.8% respectivamente). La ENSANUT 2012 revela que uno de cada tres AM sufrió una caída en los últimos 12 meses (34.9%), siendo más frecuente en mujeres, de los AM que experimentaron una caída, cerca del 40% afirma haber recibido atención médica En cuanto

a las principales causas de mortalidad y morbilidad en el AM según el INEGI 2008 se muestran en la **tabla 1**[19].

**Ilustración 6** Distribución porcentual de los adultos mayores por dificultad para realizar actividades básicas y actividades instrumentales de la vida diaria en México.



Fuente: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT 2012

**Tabla 1** Principales causas de muerte en la población mayor a 60 años

Hombres	Mujeres
Enfermedad del corazón	Diabetes
Diabetes	Enfermedades del corazón
Tumores malignos	Tumores malignos

Fuente: INEGI 2010

### ***Fisiología y composición corporal del adulto mayor***

Siempre que se habla en composición corporal se piensa que es reservada solamente la atletas, pues la *performance* del atleta es parcialmente influenciada por la proporción de la grasa corporal y de la masa magra. Sin embargo, composición corporal es un importante aspecto en la salud de individuos, independiente de edad, sexo y origen étnico[20].

Los cambios en la composición corporal con la edad empiezan literalmente de la concepción y terminan solo con la muerte, en el ser humano los cambios son sutiles y graduales; pueden ser más visibles en tres fases: crecimiento y desarrollo, madurez y senectud; hay mucho interés en definir las trayectorias normales de los cambios dentro de cada una de estas fases, porque las anormalidades se relacionan con la enfermedad[21].

Desde el punto de vista fisiológico general, la principal característica del envejecimiento es la pérdida progresiva de la masa corporal magra, así como cambios en la mayoría de los sistemas corporales, lo que se traduce en una menor capacidad de adaptación del organismo

a cambios internos y externos [12] el envejecimiento fisiológico se asocia con variaciones grandes y progresivas en la composición corporal, que exponen a las personas de edad avanzada para el riesgo de síndromes geriátricos, tales como la sarcopenia y la obesidad sarcopénica[8].

Principalmente en la vejez existe una reducción de la masa celular activa, ésta masa magra o metabólicamente activa disminuye 3kg/década a partir de los 50 años (hasta un 30%) y la masa grasa aumenta en proporción del peso corporal; en la región intraabdominal (visceral) se encuentra en una mayor cantidad de grasa, la grasa representa el 15% del peso corporal en el varón adulto y el 30% a los 75 años[6]; Pérdida progresiva de tejidos principalmente músculo esquelético (sarcopenia) que se relaciona con una menor fuerza muscular, del 45% del peso que representan los músculos a los 20 años, reduce a 27% a los 70 años. [13].

El agua corporal total también disminuye a medida que la edad avanza. Un embrión contiene en promedio 90 por ciento de agua; un recién nacido, 80 por ciento; un adulto, 70 por ciento, y un anciano, 60 por ciento. Ésta merma puede tener efecto sobre algunas funciones corporales (la distribución de los medicamentos hidrosolubles en el organismo, la administración de diuréticos y la regulación térmica)[6]. Algunos estudios transversales refieren que la pérdida total tiene su origen principalmente en el descenso del agua intracelular, que se presenta conforme disminuyen las células metabólicamente activas. Sin embargo, los estudios longitudinales han demostrado que se debe en gran parte a la pérdida de líquido extracelular[22]

Los procesos digestivos son más lentos, algunas secreciones pueden estar disminuidas y el peristaltismo es menor, lo que puede repercutir en la absorción de determinadas vitaminas y oligoelementos. Sin embargo, los procesos digestivos pueden desarrollarse con normalidad en mayores sanos. Las alteraciones sensoriales junto con el deterioro del estado bucal y dental, están relacionados con la pérdida del placer al comer, y también pueden influir en que determinados alimentos sean eliminados de la dieta habitual. Más del 50% de las personas de más de 50 años han perdido la dentadura o padecen enfermedad periodontal y/o caries, que hacen la masticación difícil y dolorosa. Hay tendencia a preferir alimentos blandos que, a menudo tienen un alto contenido energético y una baja densidad de nutrimentos, estos cambios en los hábitos alimentarios suelen llevar a una ingesta deficiente de nutrientes y al estreñimiento; la xerostomía es un problema común en los adultos

mayores, la disfagia limita el tipo y cantidad de los alimentos, la menor presión de los esfínteres esofágicos especialmente el inferior favorece el reflujo del ácido desde el estómago, hay una disminución en la motilidad gástrica porque existe un retraso en el vaciamiento gástrico[13, 23]a continuación en la **tabla 2** se enumeran los cambios fisiológicos asociados al envejecimiento.

**Tabla 2** Cambios asociados al envejecimiento

<b>Principales cambios asociados al envejecimiento</b>	
<b>Órgano, aparato o sistema</b>	<b>Cambios asociados al envejecimiento</b>
<b>Sistema cardiovascular</b>	<p><b>Remodelación vascular:</b>            ↑Grosor de la capa íntima arterial.            ↑Rigidez vascular.</p> <p><b>Presión arterial:</b>            ↓Alteración en la regulación del tono vascular            ↑Producción de óxido nítrico y sus efectos            ↑Presión arterial sistólica            ↓Presión arterial diastólica            ↑Postcarga</p> <p><b>Cardiacos:</b>            ↓Frecuencia cardíaca máxima            ↓Gasto cardíaco en esfuerzo</p>
<b>Aparato respiratorio</b>	<p>↓Movimiento ciliar del epitelio bronquial            ↓Reflejo tusígeno            ↓Percepción de disnea            ↓Complianza pulmonar            ↓FEV1* y FVC** (30 ml/año en promedio)            ↓Presión parcial de oxígeno arterial</p>
<b>Sistema nervioso</b>	<p><b>Central:</b>            ↓Peso y volumen de predominio frontal            ↓Número de neuronas y sinapsis en la sustancia gris</p> <p><b>Cognición:</b>            ↓Velocidad de procesamiento de información y respuesta            ↓Ejecución de operaciones mentales y preceptuales (atención, toma de decisiones)</p> <p><b>Periférico:</b>            ↓Velocidad de conducción nerviosa            ↓Número de placas neuromusculares            ↑Número de conexiones nerviosas fuera de placa</p> <p><b>Autónomo:</b>            ↑Niveles plasmáticos de noradrenalina (disminuye su aclaramiento plasmático)            ↓Expresión de receptores cardíacos y vasculares para noradrenalina</p>
<b>Riñón</b>	<p>↓Masa renal a expensas de la corteza.            ↓Flujo sanguíneo renal (10% por década después de los 50 años)            ↓Depuración de creatinina (1 ml/min/año después de los 50 años)</p>
<b>Aparato digestivo</b>	<p>↓Producción de saliva (sólo afecta a 25% de los adultos mayores)            ↓Vaciamiento gástrico            ↓Secreción de pepsina y ácido clorhídrico (sólo afecta a 20% de los adultos mayores)            ↓Enzimas microsomales hepáticas (citocromo P450 CYP3A).            ↓Fase I (oxidativa del metabolismo hepático)</p>

**Fuente:** Montaña-Álvarez 2010

\* Volumen espiratorio máximo en el primer segundo de la respiración forzada

\*\*Capacidad vital forzada

Cuando se habla de fases en la composición corporal con la edad es importante considerar tres cosas:

1. Existe una variación considerable en una misma persona así como entre una persona y otra.
2. La variación total es una función de una interacción compleja entre los genes, el ambiente y la conducta.
3. La separación entre los cambios relacionados con la edad (“normales”) y los relacionados con la edad (“anormales”) es a menudo poco clara.

Las variaciones de estas tres vertientes de edad se consideran también en relación con procesos fisiológicos del envejecimiento y de una forma más amplia con la adaptación al ambiente y a la evolución. Chumlea y cols.[24] publicaron datos de referencia provenientes de la *NHANES III* de composición corporal pronosticada mediante el análisis de impedancia bioeléctrica. Janssen y Cols.[25] describen datos de masa muscular esquelética pronosticada a partir del análisis de impedancia bioeléctrica. Los datos de la composición corporal a nivel molecular, celular o de tejido-órganos, son muy escasos; masa libre de grasa, y componentes de esta, que incluyen agua corporal total, potasio y líquido intracelular y extracelular se han publicado para niños, adolescentes y adultos, pero siguen siendo mucho más escasos para adultos mayores 65 años y en especial para más ancianas mayores de 85 años[21].

El estudio de la composición corporal es uno de los aspectos más importantes relacionados con la nutrición, es imprescindible para comprender el efecto que tiene un plan de alimentación, actividad física, enfermedad y otros factores del entorno sobre el individuo a lo largo de la vida.

El músculo esquelético representa la mayor fracción de la masa corporal libre de grasa. Dependiendo de género, edad, y estado de salud, entre un tercio y la mitad de la proteína corporal total está dentro del músculo esquelético[26]

### ***Masa grasa***

Actualmente la obesidad puede ser definida como la manifestación fenotípica de la acumulación de grasa corporal; en la cual, el exceso de grasa de forma generalizada o

localizada pone en riesgo la salud de una persona[27]. En la senescencia algunos estudios han sugerido que, además de aumentar, la grasa corporal se redistribuye de manera desfavorable para la salud; aumenta la cantidad de tejido adiposo en la parte central del cuerpo lo cual puede ser un importante factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas y alteraciones metabólicas como hipercolesterolemia, resistencia a la insulina, aterosclerosis, hipertensión y diabetes mellitus entre otros[28]. La incidencia de sobrepeso por lo general decrece en los hombres en tanto que se incrementa en las mujeres hasta muy avanzada edad, pero tanto en hombres como en mujeres experimentan cambios en la distribución del peso corporal, pudiendo haber atrofia grasa con la consiguiente exageración de los huesos de las mejillas y las sienes. Como un buen estado nutricional no logra prevenir o invertir estos cambios, los ancianos pueden parecer “caquéuticos” a pesar de no presentar una pérdida de peso significativa. Como regla general, una pérdida superior al 2% en una semana o un 5% en el plazo de un mes puede indicar una malnutrición proteico-energética debido a un desequilibrio dietético o a una patología subyacente[13]

La masa grasa (MG) es el componente más variable de la composición corporal, la variabilidad entre un individuo y otro va desde alrededor del 6% hasta más de 60% del peso corporal total, la MG aumenta gradualmente con la edad durante la edad adulta el ritmo de aumento difiere por sexo y es posible que con la raza y las estimaciones varían entre un estudio y otro y pueden depender del método usado para medir la masa grasa. Guo S. y cols. [29] estimaron que la velocidad de aumento de la Grasa Corporal Total (GCT) era de alrededor de 0.37kg/año en los varones y de 0.41kg/año en las mujeres. Los cambios en la masa grasa estuvieron asociados con la disminución de la actividad física y el estado menopáusico de las mujeres. En otro análisis de Siervogel R y cols. estimaron que el ritmo de aumento de la GCT era de 0.57 kg/año entre los 18 y 45 años de edad y de 0.37 kg/año entre los 45 y 65 años de edad en los varones lo que sugiere una desaceleración de la velocidad de aumento con la edad [30]. En las mujeres sin embargo, los índices de aumento de la GCT fueron de 0.44kg/año entre las edades de 18 a 45 años y de 0.52 kg/año entre los 45 a los 66 años, sin indicar una desaceleración a lo largo de los mismos intervalos de edad. Existen pocos datos de los cambios con la edad en la masa grasa durante la senectud (>65 años de edad)[21].

**Tabla 3** Porcentaje de grasa edad-mujeres

Edad (años)	Percentiles (grasa corporal total en %)		
	25	50	75
60.0 – 64.9	35.0	40.0	43.0
65.0 - 69.9	34.0	38.0	42.0
70.0 -74.9	34.0	38.0	42.0

**Fuente:** Tablas de referencia para la evaluación antropométrica, en El ABCD de la evaluación del estado de nutrición, 2010

### ***Músculo esquelético***

El músculo esquelético, después de la masa grasa, es el siguiente componente más variable, en un mismo individuo y entre un individuo y otro.

La masa del músculo esquelético es relativamente estable en la misma persona durante la edad adulta hasta los 30 a 40 años de edad, después de los cuales la masa empieza a disminuir. El ritmo de disminución es mayor en los varones que en las mujeres y parece acelerarse en la vejez[21]. La preservación del músculo esquelético es multifactorial y en ella participan componentes hormonales, inflamatorios, neurológicos, nutricionales y de actividad física[31]. La pérdida de masa muscular puede deberse en parte a atrofia por una menor actividad física y en parte también a pérdidas de moto neuronas que inervan el músculo, también puede contribuir a este proceso una reducción en el flujo sanguíneo muscular y disminución de esteroides anabólicos [13].

### ***Indicadores antropométricos***

En edades avanzadas, como en el caso de los adultos mayores, existen cambios anuales en el índice de masa corporal (IMC), pliegue tricipital y circunferencia media de brazo (CMB) Esos cambios pueden reflejarse en la comprensibilidad de la piel y en los cambios de la composición corporal. La edad avanzada puede afectar la evaluación nutricia y la composición corporal debido a la redistribución de la grasa corporal más centralmente y alteraciones en el grosor de la piel, la rigidez, la elasticidad, y la comprensibilidad. Si el peso corporal no cambia, es poco probable que el IMC, el pliegue tricipital y la CMB lo hagan, pero si el peso se incrementa por ascitis o edema, la medición antropométrica que permite evaluar la reserva proteica es la circunferencia de pantorrilla (CP), dado que no se ve afectada por los cambios que ocurran en el abdomen[32].

Se reconoce la importancia de los cambios en peso, en talla y en composición corporal. En algunos estudios se ha informado que el peso corporal aumenta entre los 20 y los 50 años de edad, y que después de los 70 años disminuye progresivamente [28].

### ***Peso y talla***

El peso disminuye con la edad principalmente por la pérdida de masa muscular, en los hombres el peso se estabiliza y alrededor de los 65 años comienza a disminuir, en las mujeres el proceso es más lento, otra causa de la disminución de peso durante la vejez es la pérdida de agua corporal la cual se hace notable alrededor de los 65 años[32, 33]

**Tabla 4** Peso para la edad en el anciano mujeres: 65 a 90 años

Edad (años)	Percentiles (peso en kg)		
	5	50*	95
65	51.2	66.8	87.1
70	49.0	64.6	84.9
75	46.8	62.4	82.8
80	44.7	60.2	80.6
85	42.5	58.0	78.4
90	40.3	55.9	76.2

**Fuente:** Tablas de referencia para la evaluación antropométrica, en El ABCD de la evaluación del estado de nutrición, 2010[34]

\*Considerando que el dato del percentil 50 representa el promedio de la muestra poblacional, puede ser utilizado como peso teórico para fines de evaluación y obtención de porcentaje de peso teórico.

Uno de los cambios fisiológicos bien conocidos es la disminución de la talla que ha sido atribuible al aplastamiento de los discos vertebrales, adelgazamiento de las vértebras y dificultad para mantener la postura erecta afectándose parcialmente los músculos correspondientes y dando como resultado una curva general de la columna que implica la disminución de la altura[13]. La toma de la estatura suele dificultarse ya que se altera como la estructura del aparato locomotor en el adulto mayor, la osteoporosis influyen también en la reducción de la misma.

A partir de los 50 años de edad la estatura se reduce de uno a dos centímetros por década, principalmente por la compresión de vertebras, por los cambios en tamaños de los discos vertebrales por la pérdida de tono muscular a la caída postural[22].

### ***Índice de Masa Corporal (IMC)***

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que los individuos que viven en países desarrollados inician la etapa de adulto mayor a partir de los 60 años de edad, los cambios en la redistribución de la composición corporal que se ven reflejados en el peso se

ha establecido un rango mayor de normalidad para el adulto mayor. Por ello, un índice de masa corporal (IMC) entre los rangos de 22–27 es considerado normal con la altura de pie y masa corporal. Sin embargo estudios en adultos mayores han reportado que es posible utilizar la media envergadura de brazo y la altura de rodilla como medidas de estimación de la estatura o el Índice de Masa Corporal en el adulto mayor, debido a la alta concordancia encontrada entre los IMCs en que estas fueron usadas como medidas de estimación de la estatura (**tabla 5**).

Teniendo en cuenta los resultados encontrados en el estudio de Borba de Amorim R et al. (2008) la altura de rodilla se mostró como la medida que más se aproxima al valor real de la estatura, para ser utilizada en la ecuación del Índice de Masa Corporal, en la evaluación del estado nutricional de adultos mayores[35, 36].

**Tabla 5** Clasificación de la valoración nutricional de las personas adultas mayores según índice de masa corporal (IMC)

Clasificación	IMC
Delgadez	$\leq 23.0$
Normal	23.1- 27.9
Sobrepeso	28 -31.9
Obesidad	$\geq 32$

**Fuente:** Organización Panamericana de la Salud (OPS). Guía Clínica para Atención Primaria a las Personas Adultas Mayores. Módulo 5. Valoración Nutricional del Adulto Mayor. Washington, DC 2002

### ***Circunferencia de pantorrilla y brazo***

Ésta medición es considerada la más sensible para evaluar la masa muscular en la vejez, y es más recomendable que la circunferencia media de brazo. Indica los cambios en la masa libre de grasa que ocurren con la edad y con la disminución de la actividad, está correlacionada con el estado nutricional de adultos mayores.

Como se hizo referencia anteriormente, el estudio de Velázquez-Alva y colaboradores, arrojó datos de adultos mayores de la Ciudad de México. Más adelante, entre 1996 y 1997, Sánchez-García y colaboradores, evaluaron a 1968 adultos mayores de 60 años, provenientes de toda la República Mexicana, ambulatorios, sin diagnóstico de enfermedades crónicas en los 20 años anteriores y sin hospitalización en los 2 meses previos.(tabla 6)

**Tabla 6** Promedio de la pantorrilla de la población mexicana

Grupo de edad (años)	Hombres	Mujeres
60-64	35.8	35.2
65-69	35.6	34.8
70-74	34.9	33.7
75-79	33.6	34.1
80 y más	34.7	31.3

Fuente: Sánchez-García, s.; G-Peña, C.; Duque-López, MX.; Juárez-Cedillo, t.; Cortés-Núñez, AR.; Reyes-Beaman, S. (2007) "Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population". *BMC public health*. 7(2): 1-9.[37]

**Tabla 7** Índice de circunferencia de brazo-edad mujeres 60-79.9años

Edad (años)	Percentiles (circunferencia de brazo en cm)		
	25	50	75
60.0 – 64.9	28.4	30.8	34.0
65.0- 69.9	28.0	30.5	33.4
70.0- 79.9	27.6	30.3	33.1

Fuente: Tablas de referencia para la evaluación antropométrica, en El ABCD de la evaluación del estado de nutrición, 2010[34, 38]

### ***Resistencia a la insulina***

Los estudios en animales y seres humanos han encontrado que las moléculas inflamatorias median la resistencia a la insulina a través de una relación-obesidad la diafonía entre los receptores de citoquinas y receptores de insulina en las vías de señalización[39].

Se ha planteado la hipótesis de que la infiltración grasa en el músculo provoca resistencia a la insulina en individuos obesos y ésta hipótesis ha sido confirmada parcialmente en seres humanos, dado que la insulina es una potente señal anabólica de proteínas, la resistencia a la insulina en personas obesas puede promover el catabolismo muscular. El entrenamiento de resistencia mejora la sensibilidad a la insulina y el control glucémico[39]

### ***Actividad física***

Se ha reportado que la disminución de la masa corporal libre de grasa (MCLG) y el aumento de la grasa corporal en este grupo de edad se deben a las alteraciones hormonales y de los mediadores hormonales, así como a la reducción de la actividad física[28]. Un estilo de vida sedentario es un factor de riesgo importante para el aumento de peso, las personas obesas tienden a ser menos activas físicamente y esto puede contribuir a la disminución de la fuerza muscular; Por otro lado la atrofia muscular conduce a una reducción en la tasa metabólica en reposo lo cual puede causar aumento de peso. Dos estudios recientes han demostrado que la intervención para promover la pérdida de peso mediante la combinación de dieta y ejercicio, entre las personas mayores obesas, mejora la

fuerza muscular y la calidad muscular además de la pérdida de grasa que confirma la hipótesis acerca de la conexión estrecha entre la adiposidad y el deterioro de la función muscular[39].

### ***Fisiopatología del envejecimiento***

#### ***Sistema inmune***

Se ha encontrado una asociación entre fragilidades, un estado proinflamatorio y la activación de la cascada de coagulación, reflejadas en:

1. Elevación de los niveles de biomarcadores de la coagulación (factor VIII, fibrinógeno, dímero D).
2. Aumento en las cuentas celulares de neutrófilos y leucocitos y anemia
3. Elevación de los niveles séricos de citocinas proinflamatorias como proteína C reactiva (PCR) e interleucina 6 (IL-6); ésta última actúa como un factor de transcripción y un transductor de señales que impacta de manera adversa el apetito, el funcionamiento del sistema inmune, la cognición y el músculo esquelético.[9]

#### ***Sistema endocrino.***

Múltiples cambios hormonales que ocurren con el envejecimiento se han relacionado a la aparición de fragilidad:

##### ***1. Esteroides sexuales.***

Las concentraciones plasmáticas de esteroides sexuales disminuyen con la edad; pero hasta el momento no se ha establecido una relación entre los niveles séricos de esteroides sexuales y la presencia de fragilidad. En un estudio de cohorte en pacientes ambulatorios, Mohr et al. 2007 encontró que, en hombres de 50 a 86 años de edad, existía una relación significativa entre niveles bajos de testosterona total y la disminución de la fuerza de prensión y actividad física[9]

##### ***2. Hormona del crecimiento (HC)***

Tanto los niveles séricos de hormona del crecimiento como los niveles pico de factor de crecimiento similar a la insulina (insulin-like growth factor-1 [IGF-1]) que son alcanzados por la mañana disminuyen con la edad y, de entre la población geriátrica, aquellos pacientes

que tienen síndrome de fragilidad presentan niveles más bajos de IGF-1 en comparación a pacientes geriátricos no frágiles, y se observa una relación inversa entre los niveles de IL-6 y los niveles IGF-1 en pacientes frágiles, pero no en pacientes no frágiles. En las mujeres de la población geriátrica, hay una relación entre la disminución en los niveles de IGF-1 y la movilidad [9].

### **3. *Vitamina D.***

Se ha encontrado que existe una asociación entre bajos niveles de vitaminas D en pacientes geriátricos de ambos sexos, tanto ambulatorios como institucionalizados. Okuno 2007, en un estudio de cohorte describió que existe una asociación entre el hallazgo de niveles de 25(OH) D por debajo de 50.0 nmol/l con menor movilidad y pobre equilibrio corporal[9, 40].

### ***Alteraciones del sistema musculoesquelético.***

El envejecimiento del sistema músculo-esquelético origina una pérdida de fibras y proteínas musculares, pérdidas en la matriz y el contenido mineral óseo, entrecruzamiento de las moléculas de colágeno y disminución de la cantidad de elastina en el tejido conectivo, lo que puede dar lugar a una serie de trastornos invalidantes.

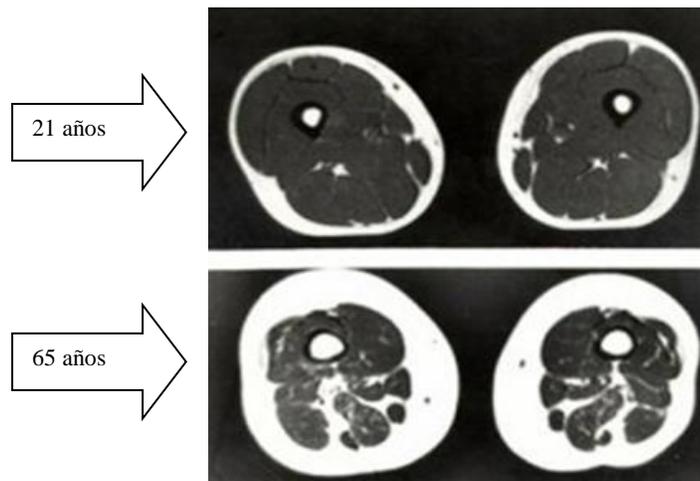
Una de las implicaciones en la pérdida de masa corporal libre de grasa es que la tasa metabólica basal o de reposo se reduce, lo cual aunado a la disminución de la actividad física, determinan una reducción del requerimiento energético total, lo que implica una menor ingestión de energía, como consecuencia puede alterarse el equilibrio energético y los trastornos comprenden por un lado, la obesidad y por el otro, la desnutrición[41].

Durante mucho tiempo se ha pensado que la pérdida de peso relacionada con la edad, junto con la pérdida de masa muscular, era en gran parte responsable de la debilidad muscular en las personas de edad avanzada. Sin embargo, ahora está claro que los cambios en la composición muscular también son importantes, por ejemplo, la ‘marmolización’, o infiltración grasa del músculo, reduce la calidad muscular y el rendimiento laboral. En tanto que los cambios de peso varían mucho entre las personas, se han observado determinados patrones de variación de la composición corporal relacionada con la edad. En los varones que van envejeciendo aumenta inicialmente el porcentaje de masa grasa y disminuye posteriormente. Este cambio se ha atribuido a una disminución acelerada de la masa magra,

junto con un aumento inicial y una disminución posterior de la masa grasa. En general, las mujeres presentan un patrón semejante: aumento de la grasa intramuscular y visceral con el envejecimiento, al tiempo que disminuye la grasa subcutánea [42]. (Ilustración 7)

La masa muscular se mide por medio de circunferencia de la pantorrilla, la fuerza muscular por la fuerza de prensión y el rendimiento físico de velocidad de la marcha[42].

**Ilustración 7** Cambios relacionados con la edad en la masa muscular



## **Fragilidad**

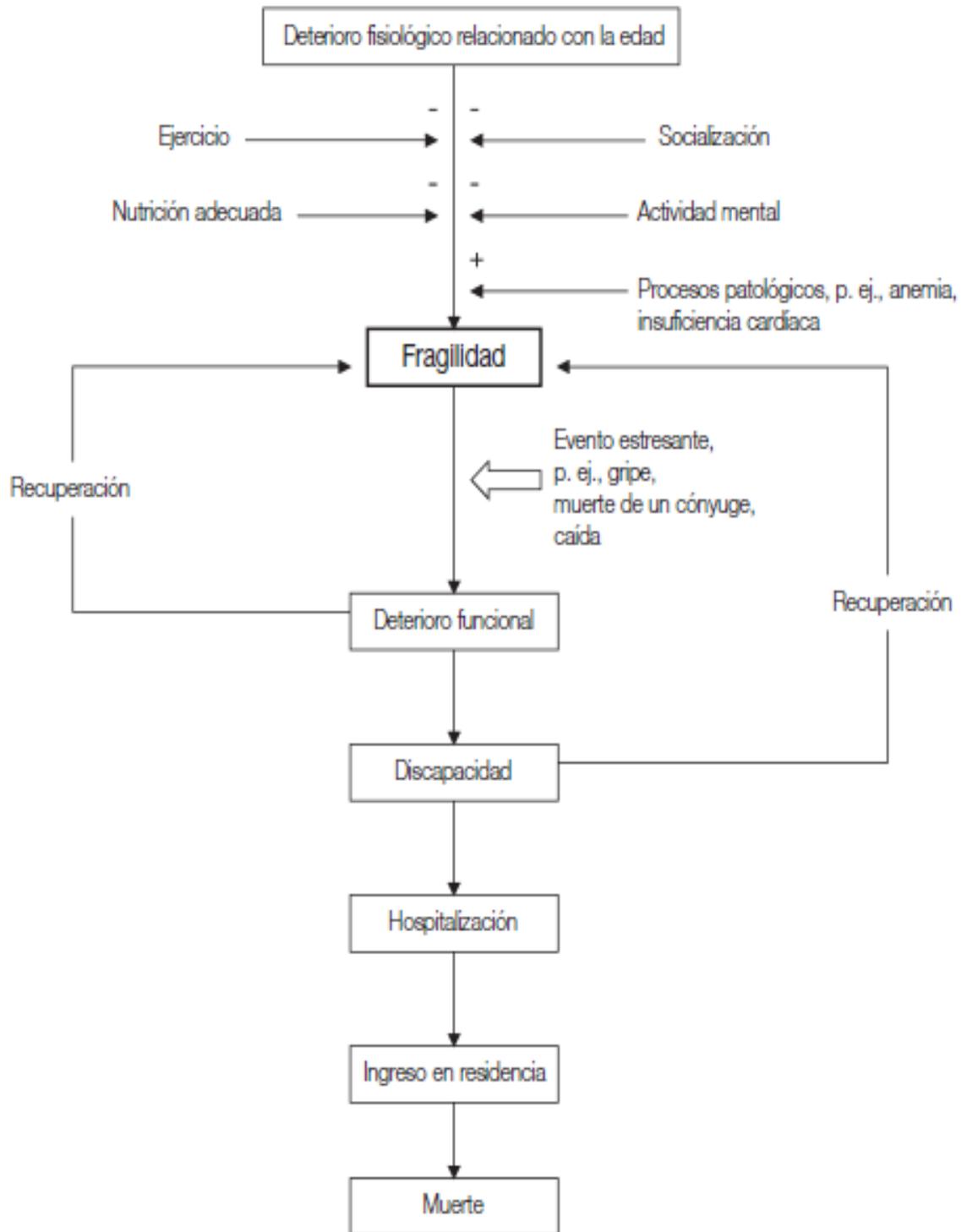
Algunos adultos mayores son más susceptibles a enfrentar complicaciones en episodios que afecten su estado de salud. Con frecuencia estos individuos son víctimas de un deterioro en cascada[43]. El síndrome de fragilidad es una entidad clínica común entre los adultos mayores, se asocia a múltiples complicaciones, además de elevar los costos de atención médica, con alto impacto social y familiar. Sin embargo a pesar de ser un problema de salud de gran trascendencia es a menudo no identificado por el personal de salud y que en sus etapas tempranas el proceso es silencioso y termina de manifestarse cuando el deterioro de la reserva fisiológica alcanza el umbral como el resultado de la acumulación del déficit funcional en diferentes aparatos y sistemas (Ilustración 8), puede ser reconocido mediante una gama de marcadores clínicos, funcionales, bioquímicos y de compartimiento[22]. La importancia de reconocer la fragilidad es que las personas frágiles tienen más probabilidades de desencadenar una discapacidad por exposición a un factor de estrés (gripe o muerte del cónyuge, etc.)[44].

La fragilidad es un síndrome geriátrico que aparece como consecuencia de deterioros acumulativos, relacionados con la edad, de varios sistemas fisiológicos, con alteración de la reserva homeostática y disminución de la capacidad del organismo de soportar el estrés, lo que incrementa la vulnerabilidad resultados de salud adversos como caídas, hospitalización, institucionalización y mortalidad[43]. El desarrollo de la fragilidad depende de la interacción de los procesos de enfermedad con los procesos fisiológicos normales del envejecimiento. Los genes, el entorno y el estilo de vida desempeñan un papel en el camino hacia la fragilidad. En el análisis final, las personas frágiles suelen tener una pérdida excesiva de músculo funcional, asociado con un descenso de la función ejecutiva. El dolor, al limitar la capacidad de una persona para hacer ejercicio, es con frecuencia un desencadenante importante de fragilidad. Las enfermedades que limitan la función cardiopulmonar de una persona (insuficiencia cardíaca congestiva, anemia o enfermedad pulmonar obstructiva crónica), las que interfieren en la función muscular (p. ej., diabetes, vasculopatía periférica y polimialgia reumática), la pérdida de peso y una alteración de la función ejecutiva (p. ej., depresión y deterioro cognitivo) interaccionan para producir la fragilidad[44].

La prevalencia e incidencia de fragilidad varían según la población estudiada y la definición operacional utilizada[9]. La primera intervención para revertir algunos de los aspectos de la fragilidad puede retrasar el inicio de la discapacidad en una persona mayor (**ilustración 9**)[44]

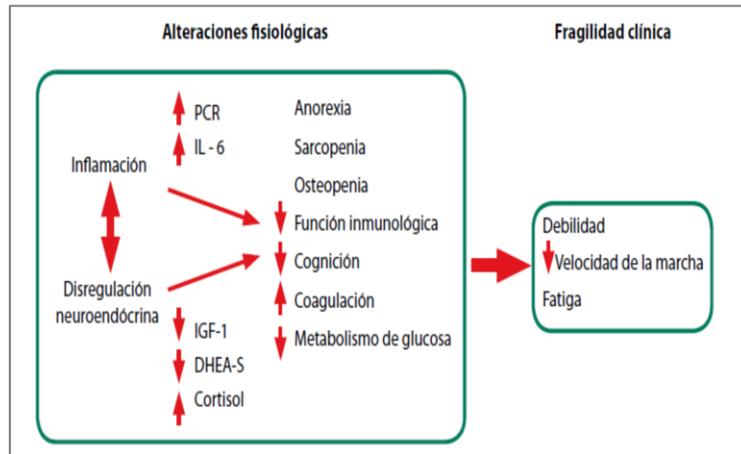
Múltiples alteraciones relacionadas a la genética, el envejecimiento y las comorbilidades están implicadas en la fisiopatología del síndrome de fragilidad (**ilustración 9**) los sistemas mayormente implicados son el inmune, el endocrino y el musculoesquelético [9].

**Ilustración 8** Cascada de la fragilidad



**Fuente:** Morley J E, H.M.T., Rolland Y, Jong K M, *Fragilidad*. Clinicas Médicas de Noreamerica 2006: p. 837 – 847.

**Ilustración 9** Genética, envejecimiento y comorbilidades asociadas al síndrome de fragilidad.



**Fuente:** Carrillo Espera E, M.B.J., Pérez P C, Carrillo C U G. *Fragilidad y Sarcopenia* Facmed 2011.

### **Epidemiología de la Fragilidad**

En población México-americana de 74 años de edad y mayores, se ha reportado una prevalencia de 54% de pre-fragilidad y 20% de fragilidad. En población mexicana residente en México, la prevalencia pre-fragilidad es de 17 a 21%, con una prevalencia de fragilidad de 24% en pacientes de 65 a 69 años y de 47.6% en pacientes de 85 años y mayores[9].

La doctora Linda Fried y colaboradores elaboraron una definición fenotípica de la fragilidad basada en aspectos físicos fácilmente identificables (**Tabla 8**) El estudio de este fenotipo abre una ventana de oportunidad para la detección oportuna y la instauración de medidas que permitan prevenir el deterioro funcional, la dependencia y otros efectos negativos que puedan conducir a la muerte[45].

**Tabla 8** Criterios de fragilidad

1.	Pérdida involuntaria de más de 10 libras (4,5 kg) de peso corporal o una disminución mayor o igual al 5 %.
2.	Disminución en un 20 % de la fuerza del apretón de mano, medido con un dinamómetro y ajustado según sexo al índice de masa corporal (IMC).
3.	Pobre resistencia, agotamiento físico autodescrito, explorado mediante 2 preguntas obtenidas de una escala del <i>Centro para el Estudio Epidemiológico de la Depresión</i>
4.	Velocidad al caminar una distancia de 15 pies (4,6 m) mayor o igual a 6 ó 7s, según el sexo y la talla.
5.	Baja actividad física según una versión de un cuestionario que recoge el tiempo empleado en la práctica de ejercicios físicos y actividades recreativas

Diagnóstico de Fragilidad: con tres a más criterios

**Fuente:** Criterios de fragilidad Fried et al., 2001

Fried y cols. (2001) [45] desarrollaron la hipótesis de fragilidad considerando que las manifestaciones clínicas presentes en el síndrome están relacionadas entre sí, y teóricamente pueden unificarse dentro de un ciclo donde la presencia masiva de los elementos que lo integran lo definen (ilustración 10). Los individuos pueden iniciar el síndrome por cualquier parte del ciclo, pero fundamentalmente por 2 vías:

1. Como resultado de los cambios fisiológicos asociados a la edad, por ejemplo, la anorexia asociada al envejecimiento, los cambios musculo-esqueléticos y la sarcopenia.
2. Como resultado del efecto de las enfermedades.

Es importante destacar que:

**No todos los adultos mayores con discapacidades son frágiles y  
no todos los ancianos frágiles presentan discapacidad**

Es decir la fragilidad puede presentarse en un número significativo de adultos mayores que no están discapacitados, [46].así como también es importante diferencia envejecimiento de fragilidad (tabla9).

**Tabla 9** Diferencias generales entre el proceso de envejecimiento normal y la fragilidad

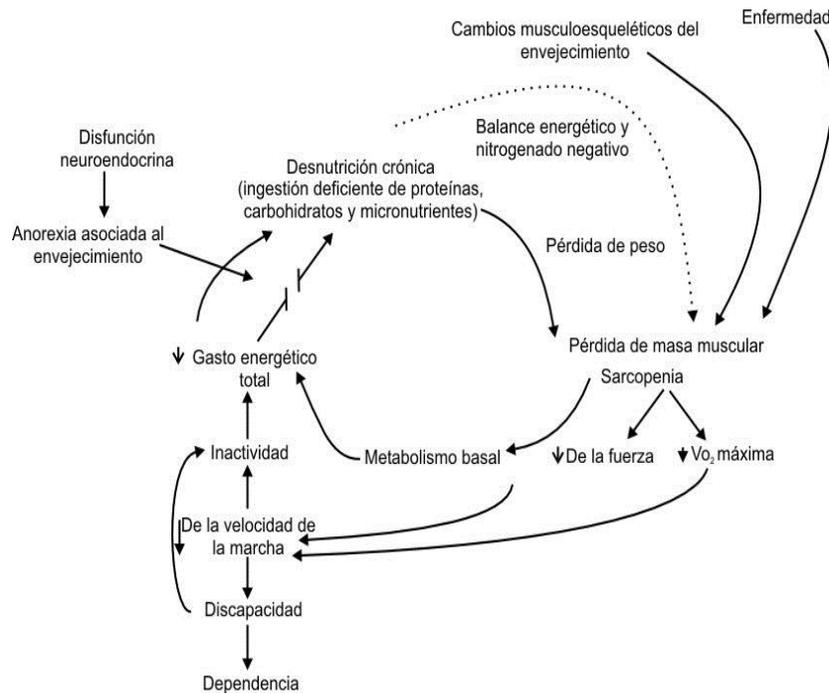
Envejecimiento	Fragilidad
Existen ancianos no frágiles	Ancianos relativamente jóvenes con fragilidad
Irreversible	Fragilidad potencialmente reversible
Lento	Rápido
Universal	Selectivo
Heterogéneo	Fenotipos de fragilidad
Proceso no patológico	Proceso fisiopatológico en espiral descendente
No es determinante de efectos adversos	Determinante de efectos adversos

Fuente: Fulop et al., 2010

El índice de fragilidad es un recuento de auto percepción, reportando déficit que ofrece una predicción adecuada de la mortalidad, tanto en el ámbito clínico y epidemiológico, es una herramienta útil para hacer frente a la fragilidad y sus consecuencias [47].

En la **ilustración 10** se observan los mecanismos etiológicos involucrados en la fragilidad.

**Ilustración 10** Fisiopatología de la fragilidad



**Fuente:** Guido Emilio Luis Ramos G. E, Libre Rodríguez J.de J. Fragilidad en el adulto mayor. Un primer acercamiento Rev. Cubana Med Gen Integr 2004; 20(4).

### **Sarcopenia**

La sarcopenia es un factor fundamental en la fisiopatología de la fragilidad; es un cambio grave asociado al envejecimiento humano, consiste en la reducción progresiva de la masa muscular esquelética, una espiral descendente que puede provocar una disminución de la fuerza y la funcionalidad. Ya desde 1931, *Macdonald Critchley*, neurólogo del Hospital del colegio real (*Kings's College Hospital*) en Londres, describía que “*Toda la musculatura, con el envejecimiento, tiende a involucionar*”[9]. En 1989, *Irwin Rosenberg* propuso el término ‘sarcopenia’ (del griego ‘*sarx*’ o carne + ‘*penia*’ o pérdida) para describir este descenso de la masa muscular relacionado con la edad[42].

La disfunción entre distintos sistemas interrelacionados puede explicarse por cambios en la composición corporal, los cuales implican principalmente al tejido muscular (Ilustración 9)[8]. Además de ser una importante causa de la fragilidad es causa de discapacidad, trastornos de la marcha, el equilibrio, pérdida de la independencia y mortalidad de las personas mayores. Además del músculo, la fuerza muscular también disminuye con la

edad[44]. Las estimaciones recientes sugieren que cuesta a Estados Unidos más de 18 mil millones de dólares al año, una suma a la par con las consecuencias económicas de la osteoporosis. La pérdida de peso no es necesaria para el desarrollo de la sarcopenia, pero lo acelera [48]. De acuerdo con el actual consenso sobre las definiciones de “sarcopenia” se caracteriza tanto por la reducción de la masa muscular y la fuerza muscular bajo o bajo rendimiento físico. Recientemente se desarrolló un algoritmo para detectar ésta condición *El Grupo de Trabajo Europeo sobre la sarcopenia en personas de edad avanzada* (EWGSOP) también define un "pre-sarcopenia" etapa caracterizada por baja masa muscular, en referencia a la población estándar, sin la fuerza muscular o el deterioro funcional, y una etapa "sarcopenia severa" que aparece cuando los tres déficit (la masa muscular, la fuerza y la pérdida de la función) están presentes [8, 42].

La sarcopenia es probablemente un proceso multifactorial donde participa la pérdida de neuronas motoras, cambios hormonales, mecanismos inflamatorios, el estrés oxidativo, la ingesta de proteínas y la actividad física [49-51].

**Tabla 10** Categorías de la sarcopenia según la causa

<b>Sarcopenia primaria</b>	
Sarcopenia relacionada con la edad	Ninguna otra causa evidente salvo el envejecimiento
<b>Sarcopenia secundaria</b>	
Sarcopenia relacionada con la actividad	Puede ser consecuencia del reposo en cama, sedentarismo, decondicionamiento y situaciones de ingravidez.
Sarcopenia relacionada con enfermedades	Se asocia con un fracaso orgánico avanzado (cardíaca, pulmonar, hepática, renal, cerebral) enfermedades inflamatorias, neoplasias o enfermedades endocrinas.
Sarcopenia relacionada con enfermedades	Es consecuencia de una ingesta dietética insuficiente de energía y/o proteínas como ocurre en el caso de la mala absorción, trastornos digestivos o uso de medicamentos anorexígenicos.

**Fuente:** (Cruz - Jentoft et al.,2010)

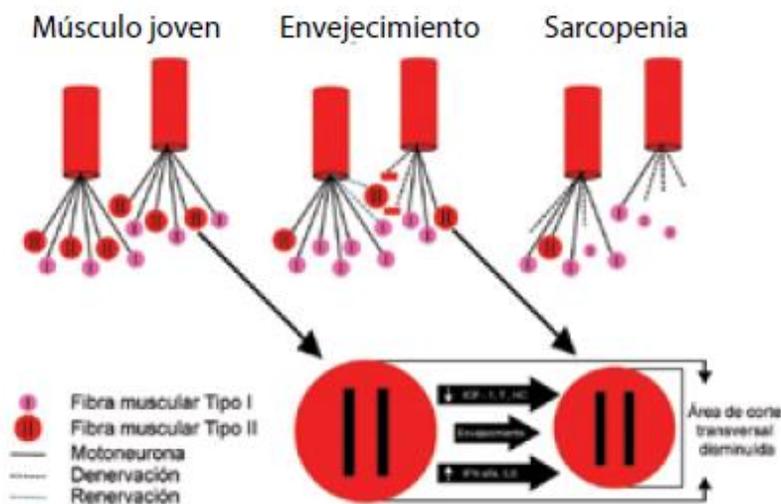
La prevalencia de la sarcopenia en México no se puede describir con exactitud puesto que no hay datos suficientes para tener cifras contundentes debido a las múltiples enfermedades y síndromes en las que ese encuentra involucrada (**Tabla 10**). El EWGSOP propone una evaluación con el fin de determinar la Sarcopenia mediante la disminución de la masa muscular, fuerza muscular y el rendimiento físico. Los puntos de cortes sugeridos en el

algoritmo de detección EWGSOP es una herramienta útil para detectar la prevalencia de sarcopenia (**Ilustración 8,9**).

La fisiopatología de la sarcopenia incluye (**Ilustración 11**):

1. Denervación de las unidades motoras.
2. Conversión de fibras musculares rápidas (tipo II) en fibras lentas (tipo I).
4. Depósito de lípidos en el tejido muscular[9]

**Ilustración 11** Fisiopatología de la sarcopenia

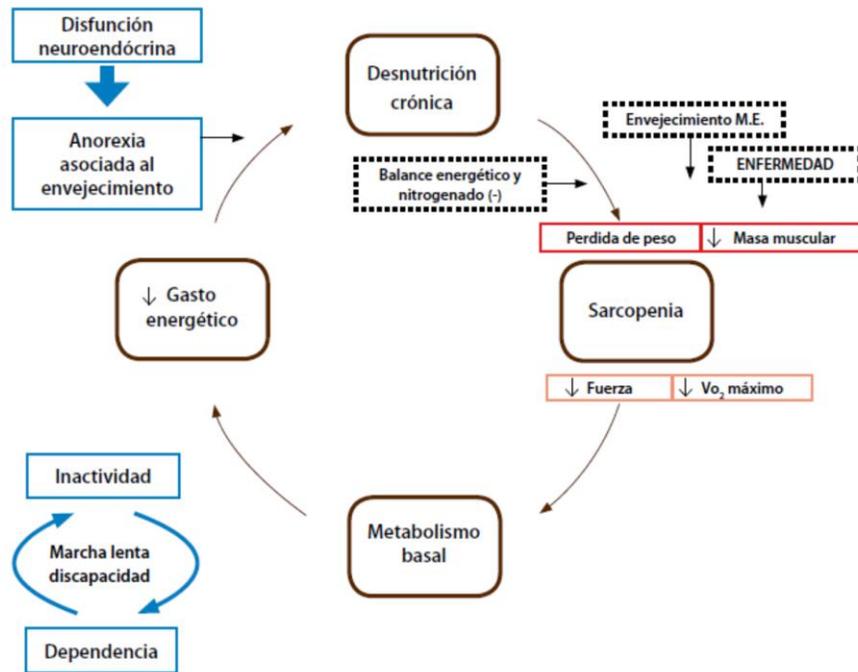


**Fuente:** Carrillo Espera E, M.B.J., Pérez P C, Carrillo C U G., *Fragilidad y sarcopenia* Facmed 2011. 5(5): p. 60.

El EWGSOP sugiere que el diagnóstico de sarcopenia puede establecerse cuando se cumplen 2 criterios:

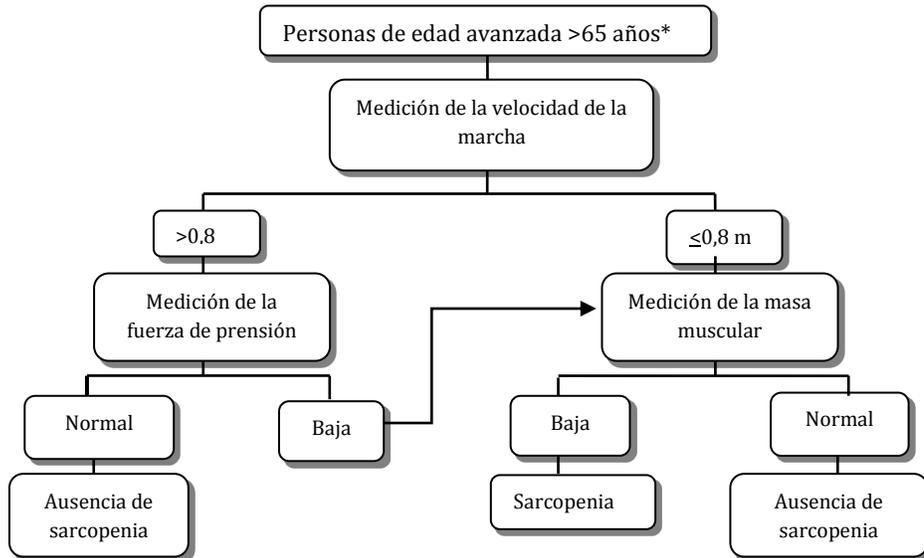
1. **Baja masa muscular** “masa muscular normal” se mide con base en los datos obtenidos de estudios poblacionales en gente de 18 a 39 años; para establecer el diagnóstico de sarcopenia es necesario que la masa muscular del individuo se encuentre 2 desviaciones por debajo de la media de la población de referencia.
2. **Baja velocidad de marcha**, definida como menor de 0.8 m/seg. en la prueba de caminata de 4 metros (**ilustraciones 12,13 y 14**).

**Ilustración 12** EWGSOP diagnóstico de sarcopenia con 2 criterios



**Fuente:** Carrillo Espera E, M.B.J., Pérez P C, Carrillo C U G., *Fragilidad y sarcopenia* Facmed 2011. 5(5): p. 60

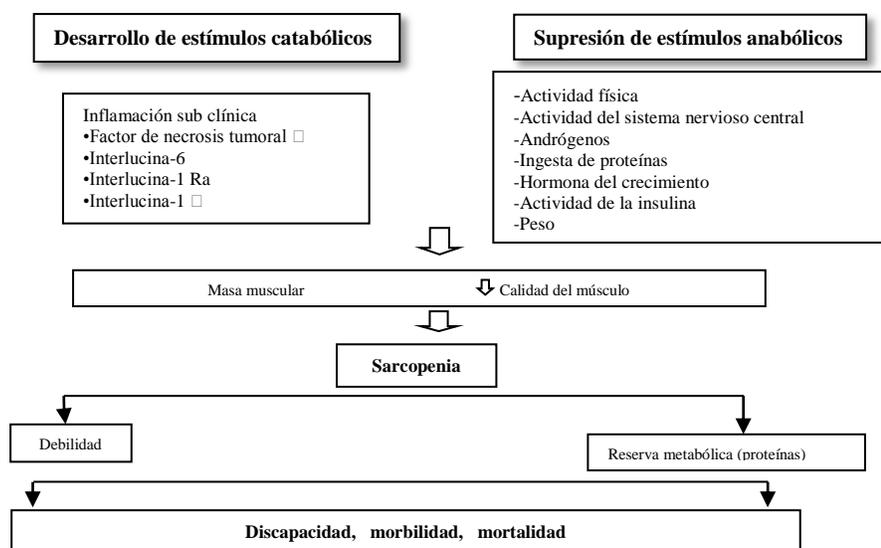
**Ilustración 13** Algoritmo propuesto por EWGSOP para detectar casos de sarcopenia en la edad avanzada



\*Han de tener en cuenta la comorbilidad y las circunstancias individuales que podrían explicar cada resultado.

**Fuente:** Cruz Jentof A, B.J.P., Bauer J.M, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin F.C, Michel J, Rolland Y, Schneider S.M, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M, *Sarcopenia: consenso europeo sobre sudefinición y diagnóstico* Oxford Journals 2010. 39 (4): p. 412-423.

**Ilustración 14** Potenciales factores etiológicos en el desarrollo de la sarcopenia



**Fuente:** Roubenoff, R., *Sarcopenic obesity: the confluence of two epidemics*. *Obes Res*, 2004. 12(6): p. 887-8.

Elevación de los niveles séricos de citocinas proinflamatorias como proteína C reactiva (PCR) e interleucina 6 (IL-6); ésta última actúa como un factor de transcripción y un transductor de señales que impacta de manera adversa el apetito, el funcionamiento del sistema inmune, la cognición y el músculo esquelético[52].

### ***Obesidad sarcopénica***

Recientemente se ha reconocido que, con el envejecimiento, se produce una acumulación de grasa en el músculo (mioesteatosis), que se traduce en un descenso en la función muscular; una masa muscular baja y presencia de altos niveles de grasa se le ha denominado *Obesidad sarcopénica (OS)*. La obesidad sarcopénica surge cuando una masa muscular se asocia con la obesidad[8, 44, 53].

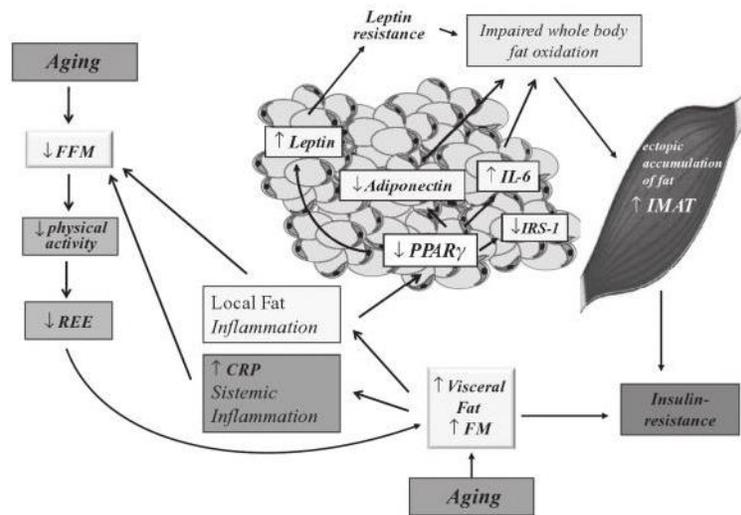
El aumento de peso provoca un aumento en la masa magra, así como la masa grasa. La obesidad en edad avanzada sinérgicamente con la sarcopenia maximiza la discapacidad ya que a mayor edad, mayor debilidad debido a la sarcopenia y la necesidad de tener más peso debido a la obesidad. Con el aumento de la obesidad que se ha producido en las últimas dos

décadas, la prevalencia de ancianos obesos está aumentando, ahora emergiendo como un importante problema de salud pública [48].

En 2002, Davison et al. [54] definió obesidad sarcopénica usando antropometría y bioimpedancia eléctrica. Stenholm et al. 2008 ha sugerido el término "La obesidad / síndrome de deterioro muscular", que se relaciona con la pérdida de la función muscular en lugar de la pérdida de sólo la masa muscular [39]. El impacto de tejido adiposo en la sarcopenia también es relevante debido a la infiltración de grasa en el músculo observada en las personas mayores, pueden estar asociados con el rendimiento muscular, para tener en cuenta estas variaciones, se ha recomendado la evaluación simultánea de grasa y músculo. En un análisis realizado por Borkan G A et al. 1983 mostraron que la acumulación de grasa entre los músculos del abdomen y la pierna indican infiltración de la grasa en el tejido magro en los hombres mayores[55]

En OS la pérdida de la masa muscular, aparece un aumento del tejido adiposo, con modificación en la aparición del mismo y diferente según los sexos[13]. El tejido adiposo es un tejido metabólico activo que secreta las hormonas y proteínas. Por ejemplo, en el tejido adiposo, ya sea de modo directo o por infiltración, los adipocitos macrófagos producen citoquinas pro-inflamatorias, tales como la interleucina (IL) -6 y el factor de necrosis tumoral (TNF)- $\alpha$  y adipocinas, como la leptina y adiponectina, que se encargan de regular la respuesta inflamatoria[39]. Cesari et al.[56] Informaron que las citoquinas pro-inflamatorias se asocian positivamente con la masa grasa y negativamente con la masa muscular (**Ilustración 15**).

**Ilustración 15** Relaciones entre el envejecimiento, la grasa y la infiltración muscular



Relaciones entre el envejecimiento, la grasa y la inflamación muscular, FFM= Fat Free Mass (masa libre de grasa), FM= fat mass (masa grasa), RRE= Resting Energy Expenditure (gasto energético en reposo), CRP= C reactive protein( proteína C reactiva), IMAT= Intermuscular adipose tissue,( tejido adiposo intermuscular), IRS-1= Insulin Receptor Substrate (receptor de sustrato de insulina -1) -1, IL -6= Interleukine-6( interleucina 6), PPAR-y= Peroxisome proliferation-activated receptor gamma.( proliferación de peroxisoma activado por el receptor gamma)

**Fuente:** Cesari, M., et al., Sarcopenia, obesity, and inflammation--results from the Trial of Angiotensin Converting Enzyme Inhibition and Novel Cardiovascular Risk Factors study. *Am J Clin Nutr*, 2005. **82**(2): p. 428-34.

En el estudio en *CHIANTI* Toscana en Italia, Schrager et al.2007[57] encontraron que los adultos mayores obesos con poca fuerza muscular que habitan en comunidades tuvieron niveles elevados de PCR e IL-6 en comparación con aquellos con una fuerza normal. Por lo tanto, un estado pro-inflamatorio puede ser uno de los factores clave en la creación de un círculo vicioso de disminución de la fuerza muscular en las personas obesas[39, 57]. En la tabla 11 se observa un ejemplo de composición corporal entre un individuo de 25 años y otro de 75 años.

**Tabla 11** Ejemplo de composición corporal entre un individuo de 25 años y otro de 75 años.

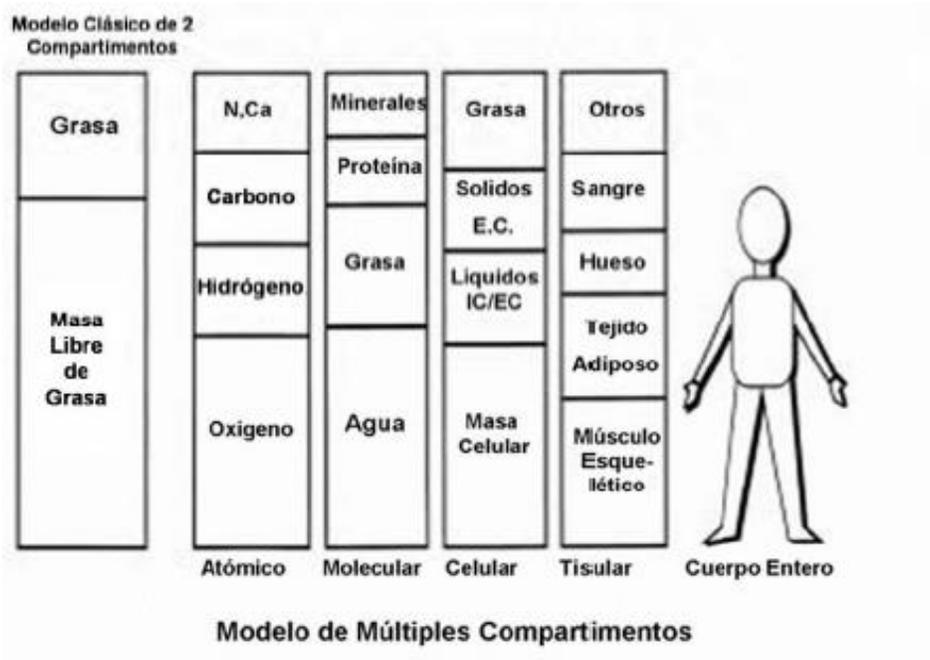
25 AÑOS	COMPONENTE CORPORAL	75 AÑOS
15%	Grasa	30%
17%	Masa Magra	12%
6%	Huesos	5%
42%	Agua Extracelular	33%
20%	Agua intracelular	20%

**Fuente:** Mataix V J, R.U.R., *Edad avanzada in Nutrición y alimentacion Humana* Oceano/Ergon, España p. 888

### ***Métodos de evaluación de la composición corporal***

La composición corporal se puede estudiar a través de diferentes niveles: atómico, molecular, celular, tejidos y sistemas y de todo el cuerpo(illustración 16)[27, 58].

**Ilustración 16** Modelos de la evaluación de la composición corporal



**Fuente:** Wang Z M, Heshka S, Pierson R N, Heymsfiel S B. Systematic organization of body-composition methodology: an overview with emphasis on component-based methods. AJCN 1995; 61:457-65

El estudio de la composición corporal resulta imprescindible para comprender el efecto que tiene la dieta, el crecimiento, la actividad física, la enfermedad, y otros factores del entorno sobre el organismo, constituye el eje central de valoración del estado de nutrición diagnóstico y tipificación del riesgo asociado a la obesidad y/o desnutrición.[59]

En las últimas décadas se ha intensificado la investigación tanto en el desarrollo de nuevas técnicas de medición como en los modelos teóricos de composición corporal y sus aplicaciones clínicas[59].

Para evaluar la masa muscular puede utilizarse una amplia gama de técnicas; el costo, la disponibilidad y la facilidad de uso determinan si estas técnicas están mejor adaptadas para la práctica clínica o resultan más útiles para la investigación. En la **tabla 12** se recogen las técnicas con fines de investigación y en la práctica clínica habitual[42].

**Tabla 12** Técnicas de medición de la masa, fuerza y función muscular en investigación y en la práctica clínica

Variable	Investigación	Práctica clínica
<b>Masa muscular</b>	Tomografía computarizada (TC) Resonancia magnética (RM) Absorciometría radiológica de doble energía (DEXA) Análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA) Cantidad total o parcial de potasio por tejido blando sin grasa.	ABI DEXA  Antropometría
<b>Fuerza muscular</b>	Fuerza de prensión manual Flexo extensión de la rodilla Flujo espiratorio máximo	Fuerza de prensión manual
<b>Rendimiento físico</b>	Serie corta de rendimiento físico (SPPB) Velocidad de la marcha Prueba cronometrada de levantarse y andar Test de capacidad de subir la cabeza	(SPPB) Velocidad de la marcha Prueba de levantarse y andar

Fuente: Cruz-Jeneneffot 2010

Las técnicas sugeridas para la evaluación de la composición corporal en la investigación y la práctica son las técnicas cuerpo-imagen, la tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (MRI) y los estándares de oro, y Absorciometría radiológica de doble energía (DEXA) como el preferido método alternativo.

Los estudios de Siri y Brozek en 1960, medían los diferentes compartimientos corporales y en particular la grasa corporal total, desarrollándose así el llamado modelo bicompartimental total, que contempla el cuerpo como dos compartimientos: masa grasa y masa libre de grasa (MLG); el compartimiento graso es relativamente homogéneo, el compartimiento libre de grasa es una mezcla heterogénea en su contenido proteico, mineral y acuoso, causando una variabilidad entre individuos de diferente edad sexo y raza y cuando existen situaciones patológicas, por ejemplo, obesidad, estados edematosos, etc. Esto ha llevado al estudio de diferentes subcompartimientos de la MLG para intentar reducir los errores de estimación de los modelos bicompartimentales.

#### ***Pletismografía por desplazamiento de aire***

La pletismografía por desplazamiento de aire es una técnica de densitometría y se ha encontrado que es un método preciso para medir la composición corporal.

Durante las últimas décadas, el clásico modelo de dos compartimientos ha sido considerado como un estándar de oro y se ha utilizado para evaluar la composición corporal en diferentes grupos[60]. En el modelo bicompartimental el cuerpo es dividido en dos

compartimientos: uno constituido por la masa grasa y los restantes componentes del organismo agrupados en el compartimiento MLG, aunque la masa grasa presenta dificultad para ser medida, si se determina la masa libre de grasa se puede obtener indirectamente la diferencia entre la primera y el peso corporal; este modelo de composición corporal ha sido el más usado durante muchos años y continua siendo un modelo en nuevas técnicas de composición corporal dirigidas a estimar la masa grasa, la Pletismografía de desplazamiento de aire, proporciona un medio para determinar el volumen corporal; ésta técnica utiliza las relaciones entre presión y volumen para calcular el volumen y la densidad. El Bod-Pod<sup>MR</sup> (Life Measurement Instruments, Inc., Concord, CA) ha mejorado la precisión y exactitud de ésta técnica en relación con técnicas anteriores con el mismo proceso. El Bod-Pod<sup>MR</sup> consiste en un dispositivo con dos cámaras separadas por un diafragma, en una cámara se introduce el individuo mientras que la otra conectada a un sistema informático sirve como referencia(Anexo 8)[10].

Se reconoce que el sexo, la etnia y la edad influyen en la mineralización ósea y el estado de hidratación (Clasey et al., 1999), por lo tanto, los supuestos de modelo 2 Compartimientos (2 C) no deben aplicarse indistintamente a niños, adultos o los hombres y mujeres sujetos de edad avanzada. Estas consideraciones han sido reportados como las principales limitaciones del modelo de 2C para evaluar la grasa corporal en sujetos de edad avanzada[61].

Por consiguiente, varios investigadores han recomendado el uso de modelos de compartimientos múltiples para estudiar la composición corporal en sujetos de edad avanzada [61].

### ***Análisis de impedancia bioeléctrica***

El análisis de impedancia bioeléctrica ha llegado a ser más generalizada que otras técnicas y su uso específico para cuantificar varios parámetros de la composición corporal es creciente[62]. Es un método relativamente simple, económico, fácil de realizar y no invasivo, que involucra el manejo de equipo portátil de reproducibilidad aceptable, y que desde hace varios años tiene aplicación tanto en la práctica clínica como en el campo de la investigación científica[63, 64].

Para reducir las limitaciones en cuanto a la validez que supone reducir al organismo en dos compartimientos al existir otro compartimiento se debe recurrir a otra técnica adicional para

su medición se desarrolló el modelo tricompartimental que requiere dividir el compartimiento de MGL en dos: agua y los restantes componentes (fundamentalmente minerales y proteínas). La impedancia bioeléctrica se basa en suponer constantes preestablecidas en relación con propiedades eléctricas y con determinadas características estáticas de los compartimientos.

### ***Bases Físicas de la impedancia bioeléctrica***

La impedancia bioeléctrica (BIA por sus siglas en inglés: *Bioelectrical impedance Analysis*) consiste en hacer pasar una pequeña corriente eléctrica alterna a través del cuerpo y medir propiedades biofísicas del organismo, a través de la resistencia o impedancia y la reactancia que presenta el tejido corporal al paso de una corriente eléctrica alterna entre dos puntos del cuerpo previamente definidos. Para ello se utilizan electrodos de corriente y sensores. La resistencia es inversamente proporcional al volumen del agua corporal total y la concentración de electrolitos libres[65]. Se fundamenta en el concepto físico de que la impedancia es indirectamente proporcional a la longitud (L), del conductor e inversamente proporcional a la superficie de sección (A) de dicho conductor. Cuando la impedancia se ocupa en la clínica humana, se considera que el termino L es la estatura (talla) del individuo, mientras que el volumen resultante V, estaría representado por el Agua Corporal Total (ACT) o bien por la masa libre de grasa, teniendo en cuenta la relación matemática existente entre ACT y MLG.

La conductividad del organismo para la corriente depende de su contenido de agua y electrolitos por lo que la conductividad de la MLG será mayor que la de la masa grasa.

La impedancia es la resistencia, dependiente de la frecuencia, de un conductor al flujo de la corriente eléctrica alterna. La impedancia se determina por la relación vectorial entre la resistencia (R) y la reactancia (Xc) medida en una frecuencia de corriente de acuerdo con la ecuación  $Z^2 = R^2 + Xc^2$  la resistencia es la oposición pura del conductor a la corriente alterna y la reactancia es el componente dieléctrico de la impedancia[24].

En general, puede sobrestimar la cantidad de grasa en sujetos delgados y subestimarla en obesos[66]. Con una estandarización apropiada del método, con el conocimiento detallado del equipo y con la preparación adecuada del sujeto a evaluar; este tipo de mediciones no invasivas pueden proveer una rápida, fácil y relativamente económica estimación de la composición corporal basada en el modelo de dos compartimientos[67]. Los resultados del

porcentaje de grasa corporal obtenidos por equipos de BIA, en adultos con sobrepeso y obesidad deben ser interpretados con bastante precaución, ya que comparados con modelos de cuatro compartimentos, algunos equipos han mostrado ciertos errores en la predicción de la masa grasa. Por lo que aún son necesarios estudios de validación adicionales[27].

Se han validado ecuaciones de predicción para adultos de distintas razas y se han definido valores de referencia para varones y mujeres adultos de raza blanca, incluidas personas de edad avanzada. Matemáticamente puede calcularse la proporción y la cantidad de masa magra y masa grasa a partir del peso, la altura y la impedancia bioeléctrica corporal[68]. Por tanto, el método BIA podría ser una buena alternativa portátil a la Absorciometría radiológica de doble energía (DEXA)[42]. Jansen et al. 2001 desarrollaron una ecuación que utiliza BIA para estimar la masa músculo-esquelética (MME) en adultos mayores, pretende analizar la MME a través con las variables de la BIA y antropometría y sexo, comprobar la predicción de la MME en las mujeres y hombres mayores. La facilidad de recolección de datos a través de la BIA, no invasivo, rápido, portátil y barato de medir, se puede fomentar la investigación sobre la relación entre los cambios de la MME y envejecimiento. [25, 42]

## DISEÑO MÉTODOLÓGICO

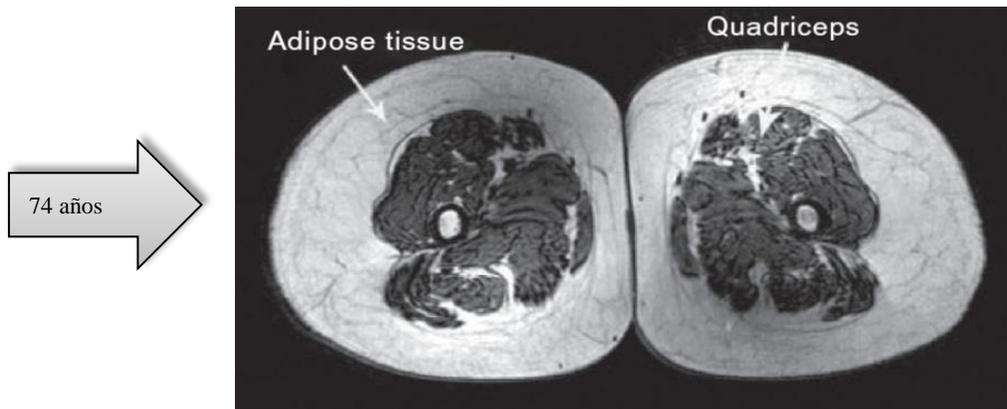
### *Planteamiento del problema*

La esperanza de vida de la población seguirá llevando un aumento exponencial de la población de adultos mayores, una de las implicaciones es la pérdida de masa corporal libre de grasa, esto puede ser debido a que por el proceso mismo del envejecimiento hay una reducción del requerimiento energético total, existe desde una menor ingesta de energía por lo que existe una alteración del equilibrio energético la tasa metabólica basal o de reposo se reduce aunado a la disminución de la actividad física lo cual lo puede llevar por un lado la desnutrición y por otro la obesidad[13].

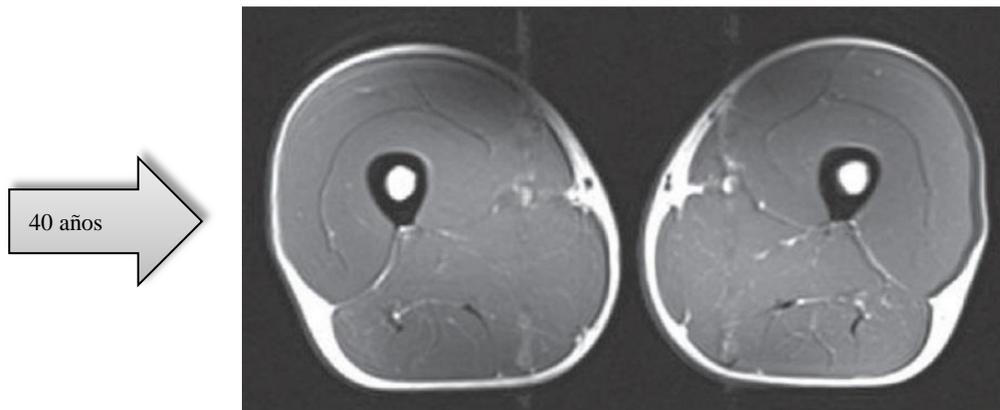
La masa corporal puede ser evaluada a través de diferentes niveles: atómico, molecular, celular y tisular/sistemas; cada uno compuesto por componentes específicos. Las técnicas modernas involucran desde mediciones antropométricas tradicionales hasta avanzados métodos de imagen. La estimación de la masa grasa y la adiposidad en el paciente obeso son aspectos centrales para el estudio, el seguimiento y el tratamiento de las alteraciones en la regulación del peso corporal[27].

La pérdida de masa celular activa no es inevitable al menos es su totalidad, ya que ésta pérdida es sobre todo consecuencia del aumento del sedentarismo como se observa en la **ilustración 16 y 17** en donde se compara el cuádriceps de adulto mayor sedentario y un triatleta de 40 años de edad, [13] así mismo se hace la comparación de cambios relacionados con la edad de la masa muscular en el muslo, área de sección transversal de dos personas con IMC similar

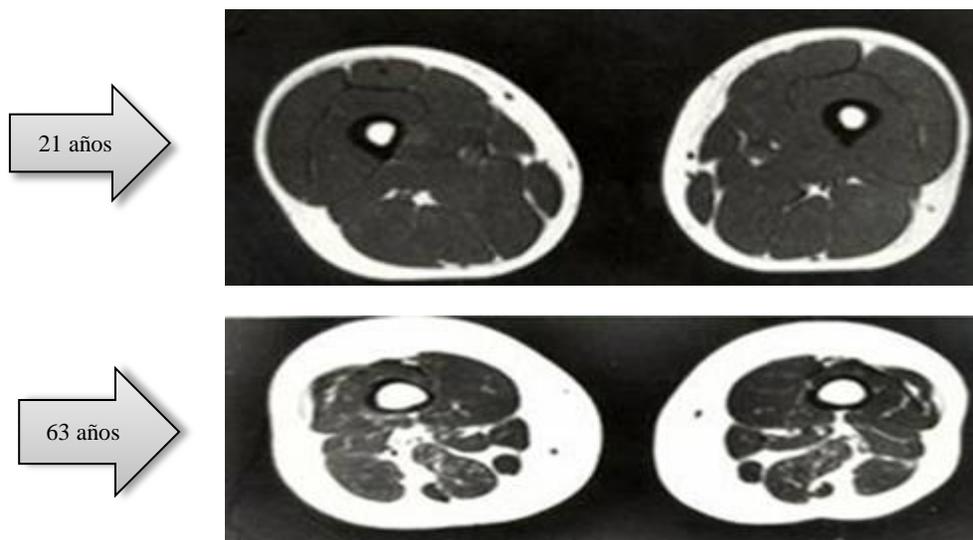
**Ilustración 17** Resonancia magnética del cuádriceps de un sedentario de 74 años



**Ilustración 18** Resonancia magnética de un triatleta de 40 años



**Ilustración 19** Área de sección transversal de dos hombres con IMC similar



El individuo anciano dispone de mecanismos adaptativos que permiten una adecuada nutrición, sin embargo se consideran un grupo vulnerable por encontrarse en ocasiones en los límites de su potencialidad homeostática, por presentar una merma general de sus capacidades funcionales y a veces una deficiente ingesta alimentaria[13]. Su nivel de actividad física disminuye lo que reduce el efecto trófico más importante en el músculo mientras que al mismo tiempo que predisponen a la ganancia de peso de energía, la mayor parte de las cuales es la grasa [48]. Se ha demostrado que no solo la masa muscular se reduce con el avance de la edad, sino que la calidad del músculo también cambia (la grasa intramuscular aumenta)[69] *The Health and Body Composition Study (2006)* demostró una fuerte asociación entre masa y fuerza muscular así como también cambios en la calidad del músculo esquelético al paso de la edad[70].

Lo que nos lleva a la siguiente pregunta de investigación: si la obesidad sarcopénica está relacionada con la fragilidad en el adulto mayor.

## **Justificación**

Los dos grandes tendencias epidemiológicas de nuestro tiempo son el envejecimiento de la población y la epidemia de la obesidad[48, 71]. cada una de estas tendencias tiene importantes efectos sobre la composición corporal, la morbilidad y la mortalidad de la población [48]. El envejecimiento provoca una progresiva pérdida de masa magra o metabólicamente activa disminuye 3kg/ década, a partir de los 50 años. Pero lo que es importante destacar es que ésta situación no es inevitable, al menos no en su totalidad, ya que esta pérdida es sobre todo consecuencia del aumento de sedentarismo, y también es resultado de una mayor frecuencia de enfermedades[6]. En general, la mayoría de los adultos aumentan de peso entre la tercera y la sexta décadas, y luego tiende a estabilizarse y perder una cantidad modesta de peso a través de la novena década. Aunque la disminución de la masa muscular puede ser documentado ya en el cuarto o quinto década, especialmente en los adultos sedentarios, de ahí el interés de plantear el presente trabajo es por un lado la poca información existente con respecto al tema en lo relacionado a Obesidad Sarcopénica y la fragilidad en el adulto mayor respectivamente y por otra parte conocer el impacto que tiene la obesidad sarcopénica con la fragilidad en la población estudiada. Partiendo de que la actividad física en conjunto con la alimentación puede o retardar o reducir la pérdida inevitable del músculo a causa de la edad.

## **Hipótesis**

La fragilidad observada mujeres de 60 años o más está asociada con la presencia de obesidad sarcopénica.

## **Objetivo**

### ***Objetivo general***

Evaluar la magnitud de la asociación de la obesidad sarcopénica con la fragilidad en el adulto mayor.

### ***Objetivos específicos***

- Identificar en la población de estudio la prevalencia de:
  - Sarcopenia
  - Obesidad sarcopénica
  - Fragilidad

- Evaluar la asociación de la obesidad sarcopénica con la fragilidad en adultos mayores

### ***Tipo de estudio***

Es un estudio epidemiológico transversal analítico, dirigido a establecer la relación entre la obesidad sarcopénica con la fragilidad en el adulto mayor. La fuente de datos es primaria. Fue realizado durante el periodo julio 2012 – junio 2013, en el Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y en las Casas de Día de la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo.

### ***Población de estudio***

#### ***Muestra***

Se trata de una muestra no probabilística por conveniencia dirigida a mujeres de 90 años o más que asisten a *Casas de día para adultos mayores* de la ciudad de Pachuca, Hidalgo, así como mujeres interesadas en participar en el estudio, y que consintieron por escrito participar.

El reclutamiento de los sujetos de estudio se hizo por invitación dirigida a personas que asisten a las casas de día para los adultos mayores de la ciudad de Pachuca así como mujeres en general mayor de 60 años que deseen participar en el estudio.

#### ***Criterios de selección***

##### ***Criterios de inclusión***

Mujeres que tengan 60 años y más.

Que acudan a *Casa de día* de la ciudad de Pachuca y que no estén institucionalizados en asilos.

Mujeres de 60 años y más que deseen participar en el estudio aunque no acudan a las *Casas de día*.

Que acepten participar voluntariamente en el estudio firmando el Consentimiento informado, en donde se explica la naturaleza del estudio, tiempo a invertir, lugar donde se tomarán los datos y procedimiento a seguir (anexo 1).

##### ***Criterios de exclusión***

Mujeres que reporten uso de diuréticos como parte de tratamiento médico.

Mujeres que reporten marcapasos.

Mujeres con alguna amputación: pie o piernas debido a que podría provocar sesgo en la toma de datos.

Mujeres con alguna enfermedad postrante.

Patologías reconocidas por el sujeto que alteren el volumen corporal y que retengan líquidos (edema o deshidratación, alteran los datos proporcionados por Bod-Pod<sup>MR</sup> y Bodystat<sup>MR</sup>).

### ***Criterios de eliminación***

Hombres

Personas ausentes en la toma de datos

Personas quienes no completen el protocolo

Personas que tengan algún impedimento para trasladarse al lugar de la toma de datos.

### ***Métodos***

Se evaluó la composición corporal mediante diferentes técnicas; En donde se midió el porcentaje de masa grasa y masa libre de grasa obtenido mediante Pletismografía (Bod-Pod<sup>MR</sup>) a través de desplazamiento de aire. Se midieron también el peso, estatura (talla), y circunferencias de cintura, cadera), se aplicará el test validado [45] para identificar fragilidad y se medirá resistencia mediante bioimpedancia eléctrica (Bodystat<sup>MR</sup>). En la tabla 13 se describen las definiciones conceptuales y operativas de las variables de estudio.

Tabla 13 Variables independientes y dependientes

Variable	Definición conceptual y operacional	Escala de medición o categorías	Fuente/ instrumento de medida
<b>Edad</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Tiempo de vida desde el nacimiento hasta el momento actual</p> <p><b>Definición operacional:</b> Cálculo de la fecha de nacimiento respecto a la fecha del estudio</p> <p><b>Tipo de variable:</b> ordinal-</p>	Años cumplidos	Pregunta directa a través de cuestionario
<b>Peso (masa corporal total)</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Es la magnitud física que permite expresar la cantidad de materia que tiene un sujeto</p> <p><b>Definición operacional:</b> Resultado de la medición a través de estimación directa del sujeto con bascula electrónica</p> <p><b>Tipo de variable:</b> numérica continua</p>	kg	Báscula electrónica conectada al BodPod <sup>MR*</sup>
<b>Talla:</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Altura media de un sujeto de los pies a la cabeza.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Resultado de la medición de la estatura, o bien, de su estimación a través de la altura de rodilla, o de la media brazada:</p> <p><b>Estatura:</b> Es la altura media en un sujeto desde los pies hasta la cabeza con el sujeto de pie. <b>Tipo de variable:</b> numérica continua.</p> <p><b>Altura de rodilla:</b> Es la medida que existe entre el talón y la parte más alta de la articulación de la rodilla. <b>Tipo de variable:</b> numérica continua.</p> <p><b>Media brazada:</b> Es la longitud que existe entre la punta del dedo medio hasta la parte central de la escotadura del esternón a la altura de la traquea. <b>Tipo de variable:</b> numérica continua.</p>	Centímetros con precisión hasta 0.1 cm	<p>Estadímetro. Marca Seca<sup>MR</sup></p> <p>Segmómetro marca Rosscraft<sup>MR</sup></p> <p>Cinta métrica de metal marca Rosscraft<sup>MR</sup></p>
<b>Índice de masa corporal IMC</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Razón matemática que relaciona la masa corporal total con la estatura</p> <p><b>Definición operativa:</b> Es la razón que se obtiene dividiendo peso entre estatura elevada al cuadrado del sujeto obtenido del estudio</p> $IMC = \frac{\text{peso (kg)*}}{\text{Estatura}^2(\text{ m})^*}$ <p>*La variable <b>peso</b> y <b>estatura</b> se describieron anteriormente</p>	Kg/m <sup>2</sup>	<p>Calculadora</p> <p>Báscula conectada al Bod Pod<sup>MR</sup></p> <p>Estadímetro marca Seca<sup>MR</sup></p>
<b>Grasa corporal</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Es la cantidad de tejido adiposo que constituye a un sujeto</p> <p><b>Definición operacional:</b> Estimación de la cantidad de grasa que posee un individuo en un momento dado a partir del estudio</p> <p><b>Tipo de variable:</b> numérica continua</p>	Kg / porcentaje	BodPod <sup>MR</sup>

<b>Obesidad sarcopénica</b>	<p><b>Definición conceptual</b> Es la combinación del exceso de peso corporal en masa grasa (grasa corporal) y la reducida masa magra y/o fuerza muscular</p> <p><b>Definición operativa:</b> Es el resultado de la estimación realizada con las variables masa libre de grasa y masa grasa. Se considera obesidad sarcopénica cuando se cumple alguna de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• IMC <math>\geq 30</math> y el índice de masa muscular medido en kg <math>&lt; 6.7</math></li> <li>• IMC <math>&lt; 29.9</math> y el índice de masa muscular medido en kg <math>\geq 6.7</math></li> </ul> <p><b>Tipo de variable:</b> Cualitativa ordinal Peso se define en la variable en la variable peso Masa grasa (grasa corporal) se define en la variable grasa corporal Masa magra</p>	<p>Con obesidad sarcopénica: IMC <math>&gt; 6 = 30.0 +</math> IMMEKG <math>&lt; 6 = 6.7 \text{ kg /m}^2</math></p> <p>Sin obesidad sarcopénica: IMC <math>&lt; 29.9</math> y el índice de masa muscular medido en kg <math>\geq 6.7</math></p>	<p>*Bod Pod<sup>MR*</sup> y **Bodystat<sup>MR*</sup></p>
<b>Sarcopenia</b>	<p><b>Definición conceptual</b> la pérdida degenerativa de masa muscular y fuerza al envejecer</p> <p><b>Definición operativa:</b> Estimación de la proporción y la cantidad de masa magra y a partir de la fórmula (Janssen et al., 2001) en la que estará incluido: sexo, peso, la altura y la impedancia corporal (resistencia)</p> $\text{MMEA} = 0.248(\text{P}) + 0.0483(\text{T}) - 0.1584(\text{CC}) + 0.0732(\text{D}) + 2.5843(\text{S}) + 5.8828$ $\text{MME (kg)} = [(\text{Altura}^2 / 0.401 \times \text{resistencia}) + (3.825 \times \text{sexo}) + (\text{edad} - 0.071)] + 5.102$ <p><b>Tipo de variable:</b> numérica continua. Las variables:</p> <p>Peso</p> <p>sexo</p> <p>edad</p> <p>altura</p> <p>dinamometría (fuerza muscular )</p> <p>se describen anteriormente</p> <p><b>Resistencia:</b> medición de la bioimpedancia (resistencia al paso de la corriente) se efectúa colocando un par de electrodos en una de las manos y en uno de los pies del sujeto.</p> <p><b>Circunferencia de cintura</b> Medición a nivel de los trocánteres mayores, que en general coincide con la sínfisis pubiana.</p>	<p><math>&lt; 6 = 5.45</math> Sarcopenia grave</p> <p><math>\leq 6.7</math> Sarcopenia moderada</p> <p><math>\geq 6.76</math> Músculo normal</p> <p>Peso: kg</p> <p>Sexo: 1- femenino 0- masculino</p> <p>Talla (cm)</p> <p>Fuerza (kg)</p> <p>(ohms)***</p> <p>cm</p>	<p>Tabla de valoración de sarcopenia en adultos mayores</p> <p>Bacula conectada al BopPod<sup>MR</sup></p> <p>Observación</p> <p>Estadímetro marca Seca<sup>MR</sup></p> <p>Dinamómetro hidráulico de mano marca Jamar<sup>MR</sup> Bodystat<sup>MR</sup></p> <p>Cinta métrica de metal. marca Roscraft<sup>MR</sup></p>
<b>Pérdida de peso</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Reducción de la masa corporal de un individuo, por razón de una pérdida promedio de líquidos, grasa o de tejidos como el músculo, tendón o tejido conjuntivo.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Estimación de la pérdida de peso en general del sujeto, mediante el cuestionamiento</p> <p><b>Tipo de variable:</b> numérica continua</p>	<p>Kg</p>	<p>Cuestionamiento al sujeto</p>

<b>Fuerza</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> capacidad del músculo para generar tensión independientemente del grado de acortamiento</p> <p><b>Definición operacional:</b> Estimación de la fuerza del sujeto mediante la presión hecha por el sujeto en el dinamómetro con la mano dominante.</p> <p><b>Tipo de variable:</b> numérica continua</p>	Kg	Dinamómetro hidráulico de mano marca Jamar <sup>MR</sup>
<b>C. cintura</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Es la medida del entorno de un sujeto</p> <p><b>Definición operacional:</b> Medición hecha directamente al sujeto en estudio registrada en centímetros hasta el 0.1 más próximo</p> <p><b>Tipo de variable:</b> numérica continua</p>	cm	Cinta métrica de metal. marca Rosscraft <sup>MR</sup>
<b>C. pantorrilla</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Es la medida del contorno de la pantorrilla en el punto más prominente</p> <p><b>Definición operacional:</b> Medición hecha directamente al sujeto en estudio registrada en centímetros hasta el 0.1 más próximo</p> <p><b>Tipo de variable:</b> numérica continua</p>	cm	Cinta métrica de metal. marca Rosscraft <sup>MR</sup>
<b>C. media de brazo</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Es la medida del contorno del brazo midiendo la parte media del brazo tomado como referencia la longitud que existe entre la punta del hombro (acromion) y la cabeza del radio(olecranon)</p> <p><b>Definición operacional:</b> Medición hecha directamente al sujeto en estudio registrada en centímetros hasta el 0.1 más próximo</p> <p><b>Tipo de variable:</b> numérica continua</p>	cm	Cinta métrica de metal. marca Rosscraft <sup>MR</sup>
<b>Media brazada</b>	Es la medida que existe entre la punta del dedo medio hasta la parte central del a escotadura del esternón a la altura de la tráquea	cm	Cinta métrica de metal. marca Rosscraft <sup>MR</sup>
<b>Enfermedad</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Condición anormal del cuerpo que daña las funciones normales del cuerpo, que causa incomodidad, que deteriora la salud.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Estimación de la situación de salud actual del sujeto mediante el cuestionamiento</p> <p><b>Tipo de variable:</b> cualitativa nominal categórica</p>	Diabetes 1 Hipertensión 2 Osteoporosis 3 2 enf.o más otro 4 5 No enfermo 6	Cuestionario directamente al sujeto
<b>Tratamiento farmacológico</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Tratamiento con cualquier sustancia, diferente de los alimentos, que se usa para prevenir, diagnosticar, tratar o aliviar los síntomas de una enfermedad o un estado anormal.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Estimación de la toma de medicación actual del sujeto mediante el cuestionamiento</p> <p><b>Tipo de variable:</b> cualitativa nominal categórica</p>		Cuestionario directamente al sujeto

<b>Escolaridad</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Tiempo durante el que un individuo asistió a la escuela o a cualquier centro de enseñanza</p> <p><b>Definición operacional:</b> Estimación de la cantidad de tiempo que asistió a la escuela el sujeto de investigación</p> <p><b>Tipo de variable:</b> cualitativa ordinal</p>	<p>No escolarizado 0</p> <p>Primaria incompleta 1</p> <p>Primaria completa sec. 2</p> <p>Incompleta Técnico 3</p> <p>trunca 4</p> <p>Univ trunca univ 5</p> <p>terminada 6</p> <p>Otro 6</p>	Cuestionario directamente al sujeto
<b>Estado civil</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Situación de las personas físicas determinada por sus relaciones de familia, provenientes del matrimonio o del parentesco, que establece ciertos derechos y deberes</p> <p><b>Definición operacional:</b> Estimación del estado civil del sujeto en la actualidad</p> <p><b>Tipo de variable:</b> cualitativa categórica</p>		Cuestionario directamente al sujeto
<b>Convivencia</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Forma de relacionarse entre personas</p> <p><b>Definición operacional:</b> Estimación de la convivencia del sujeto con los miembros de la familia u otras personas diariamente</p> <p><b>Tipo de variable:</b> cualitativa nominal categórica</p>	<p>Vive solo(a) 0</p> <p>Vive con pareja 1</p> <p>Vive con hijos(as) 2</p>	Cuestionario directamente al sujeto
<b>Estado laboral</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> <b>Situaciones vinculadas con el trabajo, cualquier actividad física o intelectual que recibe algún tipo de respaldo o remuneración en el marco de una actividad</b></p> <p><b>Definición operacional:</b> Estimación de las actividades diarias del sujeto de las cuales recibe una remuneración por medio del cuestionamiento</p> <p><b>Tipo de variable.</b> cualitativa nominal categórica</p>	<p>Trabajador 0</p> <p>Jubilado 1</p> <p>pensionad o 2</p> <p>Jubilado no pensionad o 3</p> <p>Desocupad o 4</p> <p>Depende de otra persona otro 5</p>	Cuestionario directamente al sujeto
	<b>Variable dependiente</b>		
<b>Fragilidad</b>	<p><b>Definición conceptual:</b> Síndrome caracterizado por la pérdida de homeostasis en el cuerpo, asociada al riesgo de mortalidad en adultos mayores.</p> <p><b>Definición operacional:</b> Resultado de la ponderación de diferentes mediciones: sensación de agotamiento, velocidad de la marcha, pérdida de peso y fuerza.</p> <p><b>Agotamiento físico autodescrito:</b> (a) sentí que todo lo que hacía era un esfuerzo  (b) que no podía ponerse en marcha." ¿Con qué frecuencia en la última semana te sentiste de ésta manera?"</p> <p><b>Tipo de variable:</b> categórica</p> <p><b>Velocidad de la marcha:</b> Capacidad física básica que forma parte del rendimiento d, estando presente en la mayoría de las manifestaciones de la actividad</p> <p><b>Tipo de variable:</b> numérica continua.</p>	<p>CES-D (DepressionScale)</p> <p>Metros</p>	<p>Cuestionario directamente al sujeto</p> <p>Cronometro</p>

	<p><b>Pérdida de peso:</b> Se hace la siguiente pregunta: "En el último año, ¿ha perdido más de 4.5 kg. sin querer(es decir, no debido a la dieta o el ejercicio)?" Si la respuesta "sí" se tomará como criterio positivo para fragilidad. <b>Tipo de variable:</b> numérica continua.</p> <p><b>Pérdida de fuerza determinada por la fuerza de prensión:</b> se escribe en la variable fuerza <b>Tipo de variable:</b> numérica continua.</p>	$K = \frac{\text{Peso en el año anterior} - \text{peso medido actual}}{\text{Peso en el año anterior}}$	<p>Cuestionario directamente al sujeto</p> <p>Dinamómetro hidráulico de mano marca Jamar<sup>MR</sup></p>
--	--	---	---

\*Ver glosario de términos (Bod-Pod<sup>MR</sup>)

\*\* Ver glosario de términos (Bodystat<sup>MR</sup>)

\*\*\*Ver glosario de términos (omhs)

Las variables operativas fueron incluidas en una cédula estructurada donde se registraron datos de carácter personal: nombre, edad, estado laboral, estado de vivienda, escolaridad, etc. En ésta cédula fueron registrados también los datos de las mediciones antropométricas y de los estudios de pletismografía y análisis de impedancia bioeléctrica que a continuación se describen y se ilustran en anexo (ver anexo 3) Todas las mediciones fueron realizadas directamente por el investigador previamente entrenado, en el laboratorio de plicometría del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias del Instituto de Ciencias de la Salud (ICSA) y supervisión de la Coordinación de la carrera de Nutrición del Instituto.

### ***Evaluación antropométrica***

Las mediciones fueron tomadas por el observador entrenado y estandarizado en las mediciones y un anotador; las mediciones antropométricas son las siguientes:

#### ***Estatura (talla)***

Se tomó en posición vertical desde el punto más alto de la cabeza hasta los talones en posición de "firmes", se midió en centímetros (cm). La estatura se tomó con un estadímetro (Ilustración 20) de precisión milimétrica marca Seca<sup>MR</sup>.



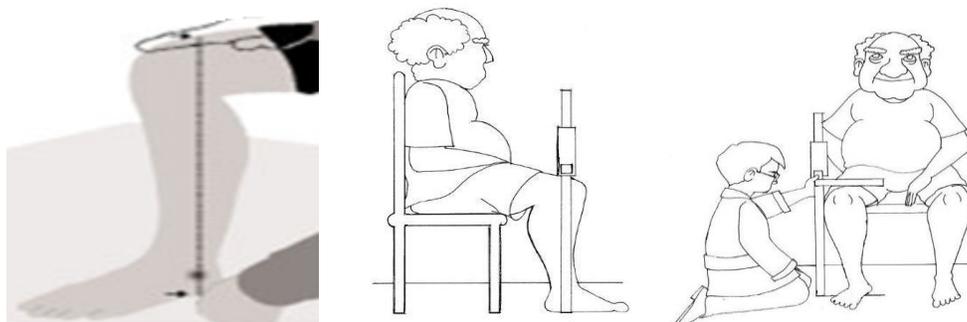
**Ilustración 20** Estadímetro marca Seca<sup>MR</sup>

El sujeto mantuvo su columna vertebral y extremidades inferiores razonablemente sanas en posición de firmes.

Los decrementos de la estatura (talla) que se citan van de 1 a 2 cm por cada década a partir de los 50 años de edad, por lo que se tendrá que hacer uso de procedimientos alternativos para una medición más precisa, como la toma de altura de rodilla y/o media brazada (*Subsecretaría de Prevención y Protección de la Salud 2002*)

### ***Altura de la Rodilla***

Se midió la distancia entre el talón y la parte más alta de la articulación de la rodilla, por la parte lateral externa, con la pierna flexionada en el individuo sentado y formando un ángulo de 90° entre el muslo y la pantorrilla con el Segmómetro marca Rosscraft<sup>MR</sup> (Ilustración 21).



**Ilustración 21** Medición de la altura de rodilla

Se aplicó la siguiente fórmula para hacer la corrección de estatura:

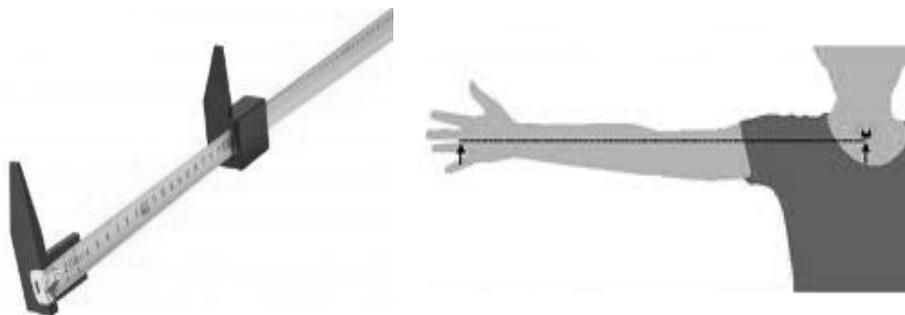
$$\text{– Mujer: } 84.88 - (0.24 \times \text{edad}) + (1.83 \times \text{altura de la rodilla}).$$

El resultado se interpretó como la altura de la persona si no tuviera alteración estructural o funcional [24].

### ***Media brazada***

Debido al margen de error que pudiera existir en la medición en las extremidades inferiores, a consecuencia de una alimentación insuficiente en la infancia, se ha propuesto la derivación de la estatura a partir de la media brazada, ya que los efectos de esta alimentación deficiente se refleja poco en las extremidades superiores y su correlación con la estatura real es de 0.75 cm. (2002 Subsecretaría de Prevención y Protección de la Salud)

La técnica consistió en que el individuo extendió el brazo y con se le midió con Segmómetro marca Rosscraft<sup>MR</sup> (Ilustración 22), desde la punta del dedo medio hasta la parte central de la escotadura del esternón, a la altura de la tráquea. La cifra obtenida en cm se multiplicó por 2, y nos dio el valor de la talla (se llevó a cabo solo para quienes por inspección visual del observador manifestó extremidades inferiores más cortas).



**Ilustración 22** Segmómetro para toma de medida de brazada

### ***Medición de peso (masa corporal)***

Se realizó la toma por medio de una báscula electrónica de exactitud cercana a 0.01 kg conectada al Bod Pod<sup>MR</sup>, previamente calibrada y sobre una superficie plana y firme. La medición se realizó con la menor ropa posible y sin zapatos. Se pidió al sujeto que suba a la báscula colocando los pies paralelos en el centro, de frente; estando erguido, con la vista hacia el frente, sin moverse y con los brazos que caigan naturalmente a los lados.

### ***Circunferencia media de brazo***

Se expresó en centímetros con una cinta métrica metálica (Ilustración 23) marca Rosscraft<sup>MR</sup>. Se obtuvo midiendo la parte media del brazo, tomando como referencia la longitud existente entre la punta del hombro (acromion) y la cabeza del radio (olécranon). De la siguiente manera: se identificó el punto medio existente entre la saliente ósea del acromion y el olécranon, a lo largo de la lateral del brazo no dominante, con el codo flexionado a 90°; una vez identificado el punto medio, se dejó caer el brazo de manera natural, y se colocó la cinta horizontalmente alrededor del punto indicado (Ilustración 24).



Ilustración 23 Cinta antropométrica Rosscraft<sup>MR</sup>

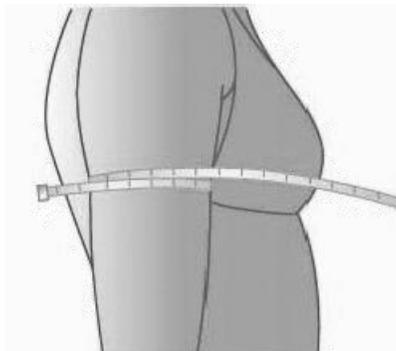


Ilustración 24 Toma de circunferencia de brazo

### ***Circunferencia de cintura***

Es la medición de la circunferencia de la cintura. Permite conocer la distribución de la grasa abdominal y los factores de riesgo a que conlleva; se expresa en centímetros. Se realizó con una cinta métrica metálica marca Rosscraft<sup>MR</sup> de la siguiente forma: se trazó una línea imaginaria que parta del hueco de la axila hasta la cresta iliaca. Sobre ésta, se identificó el punto medio entre la última costilla y la parte superior de la cresta iliaca (cadera) ahí se hizo una marca. En este punto se encuentra la cintura. Se colocó la cinta métrica en el perímetro del punto antes mencionado y se procedió a la medición de ésta circunferencia con el individuo de pie y la cinta horizontal. (Ilustración 25)

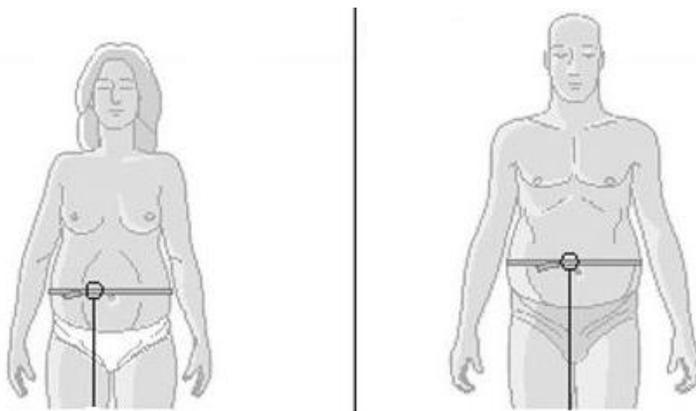


Ilustración 25 toma de circunferencia de cintura

### ***Circunferencia de pantorrilla***

Se expresó en centímetros, se midió con cinta metálica marca Rosscraft<sup>MR</sup> la circunferencia máxima de la pantorrilla con el sujeto parado y el peso distribuido, eventualmente en los dos miembros (Ilustración 26)[65].



**Ilustración 26** Toma de circunferencia de pantorrilla

### ***Evaluación de la composición corporal con Bod-Pod<sup>MR</sup>***

La determinación de composición corporal se calculó masa grasa, masa libre de grasa y masa musculo-esquelética las dos primeras las dos primeras calculadas a partir del modelo de dos compartimentos (masa grasa y masa libre de grasa) que se midieron mediante un pletismógrafo por desplazamiento de aire Bod Pod<sup>MR</sup> (Ilustración 27) es un sistema para medir la grasa del cuerpo y masa magra. Desarrollado por los Institutos Internacionales de Salud el sistema usa tecnología patentada a través de desplazamiento de aire. Donde el sujeto se requirió utilizar traje de baño o ropa muy pegada al cuerpo y una gorra elástica para cubrir el cabello y sin zapatos. Se sentó dentro del Bod Pod<sup>MR</sup>, esto se llevara en dos repeticiones.



**Ilustración 27** Bod-Pod<sup>MR</sup>

### ***Evaluación de la composición corporal con Bodystat<sup>MR</sup>***

La masa musculo-esquelética se obtuvo por un método doblemente indirecto en donde implicó la resistencia en ohms obtenida a partir del uso del Bodystat<sup>MR</sup> (Ilustración 28) a través de impedancia bioeléctrica, que consistió en hacer pasar una pequeña corriente alterna a través del cuerpo (imperceptible para el sujetos en investigación), se el sujeto se

recostó en una cómoda de madera y permaneció recostado durante al menos 4 minutos en este tiempo se colocaron 4 electrodos de corriente y los electrodos sensores se colocaron en los puntos indicados, 2 en mano derecha, 2 en pie derecho, (Ilustración 28) una vez conectados los electrodos se hizo pasar la corriente eléctrica, transcurrieron 5 segundos para arrojar resultados que son: % grasa, % de agua, resistencia en ohms [65] una vez conocida la impedancia bioeléctrica se incluyó en la fórmula propuesta por Janssen et al. 2002, para conocer el porcentaje de masa muscular esquelética. La calibración del Bodystat se verificó al día, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante Bodystat<sup>MR</sup> 1500 y se compara la cantidad de MME y el Índice de Masa Corporal (IMC) una MME menor de % fue indicativo de Sarcopenia. En tanto que un porcentaje mayor de % de MG fue indicativo de obesidad. Con la combinación de la presencia de sarcopenia y Obesidad Sarcopénica (OS) fue determinada la prevalencia de obesidad sarcopénica. Para la determinación de Masa Musculo-esquelética (MME).

$$MME (kg) =$$

$$[(\text{Altura}^2 / BIA \text{ resistencia} \times 0,401 \times) + (3.825 \times \text{sexo}) + (\text{edad} \times -0,071)] + 5.102$$

El valor de la altura (cm) al cuadrado y la resistencia (R ohm) se utilizó para estimar MME, a través del modelo de regresión propuesto, ajustado por sexo (0 = mujer 1 = hombre) y edad (años)[25].

La masa muscular esquelética (KG) se convirtió en porcentaje de masa muscular esquelética (masa muscular / masa corporal X 100) y se denominó el índice músculo esquelético (IME) [25].

Índice de músculo esquelético se utilizó debido a que se adapte a estatura y la masa de los tejidos musculares no esqueléticos (grasa, órganos, huesos). La mayoría de las tareas de movilidad y actividades de la vida diaria (AVD) están influenciadas por el tamaño del cuerpo.

La masa muscular esquelética (kg) se normalizo para la estatura y se obtuvo el índice de masa muscular esquelética (IMME)

$$IMME (KG/M2) = \text{masa muscular (kg)} / \text{estatura (m}^2)$$

Del mismo modo se utilizó la fórmula descrita por Baumgartner et al 1998 para estimar masa muscular esquelética apendicular (MMEA)

$$MMEA = 0.248(P) + 0.0483(T) - 0.1584(CC) + 0.0732(D) + 2.5843(S) + 5.8828$$

Dónde: P= peso (kg), T= estatura (cm), CC= circunferencia de cadera (cm), D= dinamometría o fuerza de presión (kg), S = sexo (0 mujer, 1 hombre)

La masa muscular esquelética (kg) se normalizo para la estatura y se obtuvo el índice de masa muscular esquelética (IMMER)[69]

$$IMMER = MMEA \text{ (kg)} / \text{estatura} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$IMMER < 7.26 \text{ kg/m}^2 \text{ hombres}$$

$$IMMER < 5.45 \text{ kg/m}^2 \text{ mujeres}$$



Ilustración 28 Bodystat MR

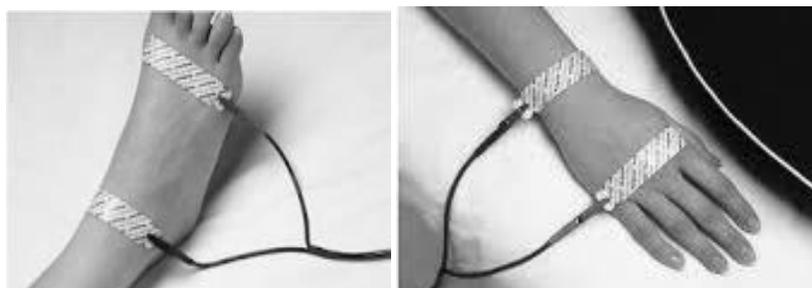


Ilustración 29 Acomodo de los electrodos del Bodystat MR

## Fragilidad

*Parámetros para estimar la prevalencia de fragilidad según los criterios de Fried:*

*Pérdida de peso involuntaria*

Se hace la siguiente pregunta: "En el último año ¿ha perdido más de 4.5 kg sin querer (es decir, no debido a la dieta o el ejercicio)?" Si la respuesta es sí se toma como criterio positivo para fragilidad. La pérdida de peso se calcula como:

$$K = \frac{(\text{Peso en el año anterior} - \text{el peso medido actual})}{(\text{Peso en el año anterior})}$$

Si K es igual o mayor 0.05 y no es causa está de dieta o ejercicio (es decir, pérdida de peso involuntaria de al menos 5% del peso corporal del año anterior), entonces la pérdida de peso involuntaria se considera positiva como criterio de fragilidad (Anexo 4).

### ***Sentimiento de agotamiento en general***

De acuerdo a Fried y colaboradores, el sentimiento de agotamiento en general puede ser evaluado con los ítems del factor de síntomas somáticos y retardo motor de la escala CES-D (*Depression Scale*) (Anexo 6)

### ***Debilidad muscular***

Se usó un Dinamómetro Hidráulico de Mano marca Jamar<sup>MR</sup>, expresada en kg. para cada una de las pruebas de fuerza de la mano, el sujeto estuvo sentado con su hombro en aducción y neutralmente rotado, el codo flexionado a 90°, el antebrazo en posición neutra la muñeca entre 0° y 30° de dorsiflexión y entre 0° y 15° cubital desviación (**Ilustración 30**). El mango del dinamómetro Jamar<sup>MR</sup> es ajustable.



**Ilustración 30** Dinamómetro Jamar<sup>MR</sup>, forma de tomar el dinamómetro

La fuerza de prensión, se estratificará por sexo e índice de masa corporal (IMC) en cuartiles.

Se realizará el procedimiento por triplicado y se tomara el valor promedio.

		Corte para la fuerza de presión en (Kg)
<b>Hombre</b>		
IMC	24	29
	IMC 24.1-26	30
	IMC 26.1-28	30
IMC	28	32
<b>Mujer</b>		
IMC	23	17
	IMC 23.1- 26	17.3
IMC	26.1-29	18
IMC	29	21

Tabla 14 Criterio para fragilidad

### *Velocidad en la marcha*

Se evaluó el tiempo que tarda un sujeto en recorrer una distancia específica en línea recta. Se realiza por triplicado con un cronómetro y un velocímetro. Se utiliza el valor promedio de las mediciones (Ilustración 31). El criterio de fragilidad se establece en función de la talla del sujeto evaluado y del tiempo utilizado para caminar 4.6 m. (tabla 15).

Tabla 15 Criterio de fragilidad B

Mujer		Corte de tiempo para caminar 4.6 m
Talla	159 cm	7 segundos
Talla	159 cm	6 segundos



Ilustración 31. Velocímetro

### *Actividad física*

Se evalúa la cantidad y calidad de actividad física realizada en tiempo libre (ocio y actividades de mantenimiento del hogar), durante la semana previa a la entrevista. Se utilizó el *Cuestionario de actividad física en el tiempo libre* de Minnesota. Se estiman las kilocalorías gastadas por semana utilizando un algoritmo estándar. Si el valor obtenido es menor de 270 (para mujeres) se considera frágil.

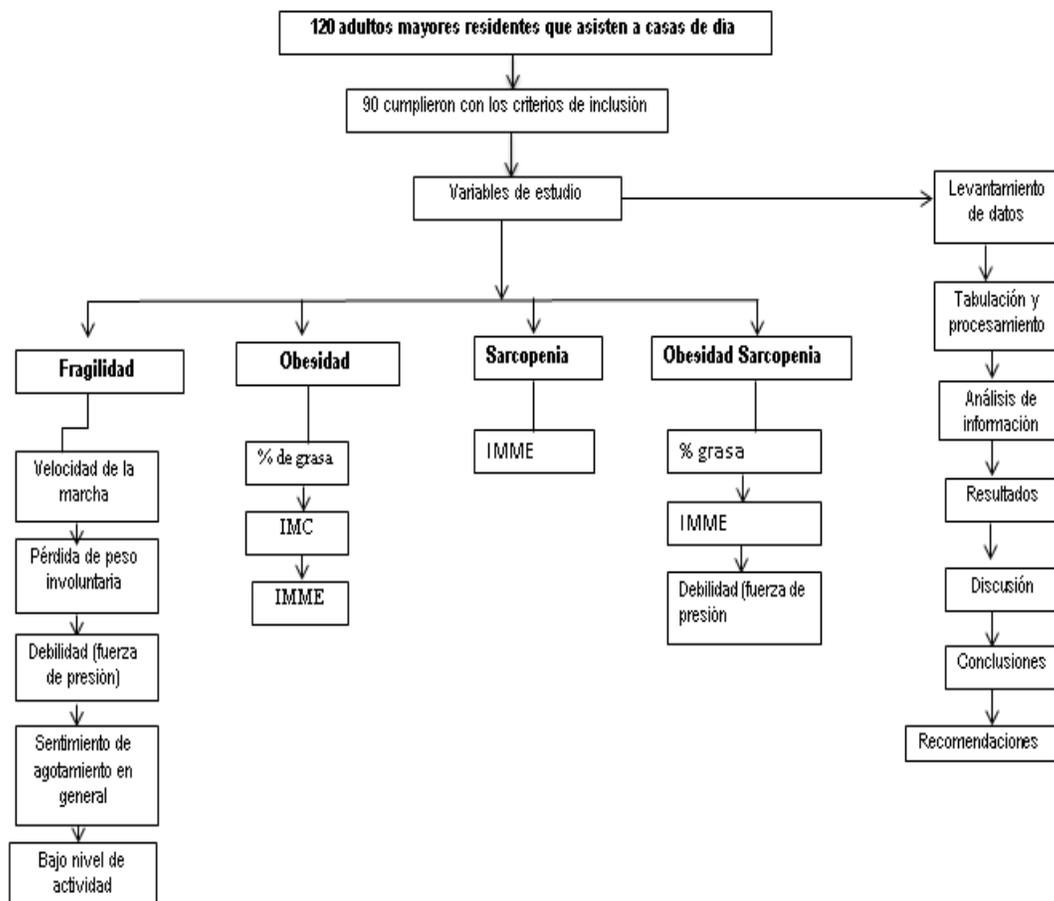
## **Aspectos éticos y de bioseguridad**

El estudio fue aplicado bajo los principios éticos de acuerdo a lo establecido en el *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*. TITULO SEGUNDO De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos, **ARTICULO 13,14, 16, 17** categoría II Investigación con riesgo mínimo: Estudios que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, no se manipulará la conducta del sujeto, así como **ARTICULO 18, 19, 20** Consentimiento informado: acuerdo por escrito, mediante el cual el sujeto de investigación o, en su caso, su representante legal autoriza su participación en la investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos y riesgos a los que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna. Aunado **ARTICULO 21, 22, 23,24, CAPITULO II De la Investigación en Comunidades: ARTICULO 29, 31, 32.**

## Análisis estadístico

La descripción de los resultados se presentan como promedios y desviación estándar, o bien, como frecuencias. Para determinar la asociación entre fragilidad y obesidad sarcopénica se aplicaron tests de Student para comparaciones simples en función de mediciones continuas y Chi cuadrado para evaluar la asociación entre diferentes categorías. Para las comparaciones entre las variables continuas se aplicaron pruebas estadísticas de ANOVA y finalmente, las comparaciones múltiples de la fuerza de prensión entre todas las posibles combinaciones de la presencia/ausencia de obesidad, sarcopenia, se realizaron con la prueba de Bonferroni. Se consideró el nivel de significancia  $p < 0.05$ . La captura y el análisis de datos se llevaron a cabo con el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) v15.

**Ilustración 32** Desarrollo metodológico del estudio



## Resultados

Se recolectó la información de 90 mujeres adultas mayores (AM) que acudieron voluntariamente al estudio. La edad promedio fue de  $70.7 \pm 6.8$  años. Las participantes no practicaban ejercicio de manera intensa (más de 1 hora diaria). El 41.1% manifestó vivir con alguno de sus hijos, y aproximadamente una de cada cuatro mujeres reportaron vivir solas; el 57.8% refirió depender de otra persona (hijos) para su manutención. La cuarta parte de las entrevistadas se encontraban en la condición de jubilada pensionada. En cuanto al nivel educativo, el 43.3% contaba solo con educación primaria, a diferencia del 23.3% que entraron en la categoría no escolarizado.

Desde el punto de vista fisiopatológico la mayoría de las mujeres estudiadas reportaron padecer hipertensión (54.4%), seguida por la diabetes en el 10.0% de los casos. (Tabla 16)

**Tabla 16.** Características generales de la muestra

Características	% (Frec)
<b>Vivienda</b>	
Vive sola	26.6 (24 )
Vive con pareja	32.2 (29)
Vive con hijos	41.1 (37)
<b>Estado laboral</b>	
Trabajador	14.4(13)
Jubilado pensionado	25.5(23)
Jubilado no pensionado	2.2(2)
Depende de otra persona	57.8(52)
<b>Escolaridad</b>	
No escolarizado	23.3(21)
Primaria	43.3 (39)
Secundaria	15.5(14)
Secundaria	8.9.(8)
Universidad	8.9(8)
<b>Patología</b>	
Sin enfermedad	21.1 (19 )
Hipertensión	54.4 (49 )
Diabetes	10.0 (9)
Hipertensión + diabetes	5.6 (5)
Otra enfermedad	8.9 (8)

En la tabla 17 se muestran las situación antropométricas de la muestra. El promedio del IMC fue de  $28.8 \pm 4.2$ . De acuerdo a su perímetro abdominal, en promedio presentaron 94.8 cm, y la media de la circunferencia de pantorrilla fue de 33.5 cm.

**Tabla 17.** Situación antropométrica

Variables	Promedio (D.E.)
Peso (kg)	66.4 (10.3)
Talla (cm)	151.9 (6.1)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28.8 (4.2)
C.M.B. (cm)	31.3 (3.5)
Circunferencia de cintura (cm)	94.8 (10.0)
Perímetro de cadera (cm)	105.2 (10.5)
Circunferencia de pantorrilla (cm)	33.5 (2.6)

El análisis de la composición corporal de acuerdo al IMC permitió observar que el 41.1% se clasificaron como normales, y más de la mitad presentó la condición de sobrepeso u obesidad (54.4%) (Tabla 18), en cuanto a la composición corporal (Tabla 19) de la muestra se encontró que el promedio de porcentaje de grasa fue de 39.9%

**Tabla 18.** Diagnóstico de composición corporal de acuerdo al IMC

IMC	%	(Frec)
Delgadez	4.4	(4)
Normal	41.1	(37)
Sobrepeso	32.2	(29)
Obesidad	22.2	(20)

**Tabla 19** Características de composición corporal: estimación de la masa músculo esquelética, resistencia y contenido de agua

Variables	Promedio (D.E.)
Porcentaje de Masa Libre de Grasa	59.5 (7.1)
Porcentaje de Masa Grasa	39.9 (6.4)
Índice de Masa Muscular Esquelética*	7.1 (1.2)
Resistencia	583.1 (96.5)
Porcentaje de contenido de agua	44.7 (5.8)

El componente de fragilidad más afectado es la velocidad de la marcha, se presenta en el 67.8% de las mujeres estudiadas; seguida de la debilidad en la fuerza de prensión en 66.7%

de los casos. Más del 50% de las mujeres reportaron realizar poca actividad física. Los únicos componentes que se observaron en menos de la mitad de la muestra fueron la sensación de agotamiento y la pérdida de peso involuntaria como se observa en la tabla 20

**Tabla 20** Prevalencia de los componentes del diagnóstico de fragilidad

Componente	Categoría	n	(%)
Velocidad de la marcha	Lenta	61	67.8
	Normal	29	32.2
Fuerza de prensión	Debilitada	60	66.7
	Normal	30	33.3
Actividad física	Poca (utiliza menos de 270 kcal/semana)	50	55.6
	No disminuida (utiliza 270 o más kcal/semana)	40	44.4
Sensación de agotamiento	La mayor parte del tiempo	40	44.4
	Poco tiempo o casi nunca	50	55.6
Pérdida involuntaria de peso	5 o más kg/año	22	24.4
	Menos de 5 kg/año	68	75.6

De acuerdo a los criterios de Linda Fried[45], la fragilidad se define en función de la pérdida de la fuerza de prensión, la disminución de la velocidad de la marcha, la pérdida de peso involuntaria, la sensación de agotamiento y la disminución de la actividad física; a este respecto, más de la mitad de las mujeres que participaron en este estudio (53.3%), presentaron fragilidad. (Tabla 21)

**Tabla 21.** Diagnóstico de fragilidad

Dx. de fragilidad	%	(frec.)
No frágil	46.7	42
Frágil	53.3	48

El promedio del Índice de Masa Muscular Esquelética Apendicular fue de  $7.15 \text{ kg/m}^2$ . Este índice se utiliza para la estimación de la sarcopenia; cuando este valor es menor a  $5.45 \text{ kg/m}^2$ , se considera sarcopenia de acuerdo a Baumgartner [21]

**Tabla 22.** Diagnóstico de sarcopenia

Dx. de sarcopenia	%	(frec.)
Sarcopenia	5.6	5
Sarcopenia moderada	34.4	31
Músculo normal	60.0	54

Al categorizar en músculo normal, sarcopenia moderada, y sarcopenia, el 40% de la población mostró ya sea sarcopenia moderada o franca sarcopenia. (Tabla 22).

La obesidad sarcopénica se observa cuando se presenta disminución de músculo (músculo menor a 5.45 kg/m<sup>2</sup>), o infiltración de grasa en el músculo, acompañados de obesidad (IMC>30kg/m<sup>2</sup>), tan solo 1 de cada 3 mujeres no presentaron obesidad sarcopénica, en el resto de los casos se observó la presencia ya sea de obesidad, de sarcopenia o de ambas condiciones. (Tabla23).

**Tabla 23** Dx. de obesidad sarcopénica (Estado nutricional vs IMME)

OBESIDAD SARCOPÉNICA	%	(frec.)
Sin obesidad sarcopénica	33.3	30
Con obesidad sarcopénica	13.3	12
Con obesidad y músculo normal	27.8	25
Sin obesidad y sarcopenia	25.6	23

En la tabla 24 se muestran los datos de la asociación entre la obesidad sarcopénica (considerando la clasificación del estado de nutrición según la OPS en combinación con el diagnóstico de sarcopenia) y la fragilidad. Mediante ésta clasificación, resultó que el 100% de las mujeres con sobrepeso u obesidad presentaban algún tipo de fragilidad, en contraste con los porcentajes observados de mujeres con algún tipo de fragilidad en mujeres con sobrepeso u obesidad no sarcopénica (84.8%). Tal que las prevalencias de pre-fragilidad en mujeres con sobrepeso u obesidad sarcopénicas eran mayores (56.3%) que en mujeres con sobrepeso u obesidad y MME normal (33.3%). Es de notar que la mayor prevalencia de fragilidad ( $\geq 3$  criterios) fue observada en mujeres sarcopénicas delgadas o con peso normal (75.0%),  $p=0.06$ .

**Tabla 24** Mujeres con algún tipo de fragilidad en función de sobrepeso/Obesidad sarcopénica

Dx obesidad sarcopénica	n (%)	Fragilidad* n (%)		
		No frágil	Pre-frágil	Frágil
<b>Delgada/Normal No Sarcopénica</b>	21(23.3)	1 (4.8)	11 (52.4)	9 (42.9)
<b>Sobrepeso/Obesidad No sarcopénica</b>	31(36.7)	5 (15.2)	11 (33.3)	17 (51.5)
<b>Delgada/Normal Sarcopénica</b>	20(22.2)	0 (0.0)	5 (25.0)	15 (75.0)
<b>Sobrepeso/Obesidad Sarcopénica</b>	16(17.8)	0 (0.0)	9 (56.3)	7 (43.8)

\*chi<sup>2</sup> 11.9 (p=0.06)

Finalmente, se clasificaron a las mujeres en 4 grupos (tabla 25), en función de la presencia/ausencia de obesidad (según la clasificación del IMC en población general y el IMME) destaca que del 33% de las mujeres que entraron a la categoría de “sin obesidad sarcopénica”, su porcentaje de grasa fue el menor, y su fuerza de prensión se ubicó por encima de quienes presentaron “obesidad sarcopénica”. De hecho, el mayor porcentaje de grasa combinada con la menor fuerza de prensión, como era de esperarse, la presentaron las mujeres con “obesidad sarcopénica”, a pesar de haber sido el grupo más pequeño (13.3%). Las mujeres que se clasificaron “con obesidad y músculo normal” constituían cerca de un tercio de la población (27.8%).

**Tabla 25** Comparación de fuerza de prensión entre obesidad sarcopénica y obesidad con músculo normal

Obesidad sarcopénica	N (%)	Fuerza de prensión (kg)	% Grasa
<b>Sin obesidad sarcopénica</b>	30 (33.3)	12.8	35.89
<b>Con obesidad sarcopénica</b>	12 (13.3)	9.6	44.43
<b>Con obesidad y músculo normal</b>	25 (27.8)	13.3	43.85
<b>Sin obesidad y sarcopenia</b>	23 (25.6)	12.4	38.60

La hipótesis de este estudio está enfocada a evaluar la asociación entre obesidad sarcopénica y fragilidad. En la siguiente tabla es posible observar que sí hay una diferencia en la fuerza de prensión (indicador de fragilidad) entre las mujeres con obesidad sarcopénica, cuando se les compara con las mujeres que a pesar de tener obesidad, su reserva muscular puede considerarse normal. (p=0.03) (Tabla 26)

**Tabla 26** Fuerza de prensión en kg-

Tipo de obesidad	n	Media (DE)
Obesidad sarcopénica	12	9.6 (4.7)
Obesidad y masa muscular normal	25	13.4 (4.7)

t=2.263 (p=0.03)

## Discusión

La medicina geriátrica es relativamente nueva, es necesario actuar en las etapas tempranas para prevenir que ocurra la dependencia. Por ello es importante entender los mecanismos asociados a la fragilidad como punto inicial para prevenir la dependencia la obesidad sarcopénica se ha vinculado con la fragilidad, ésta investigación ahonda la relación entre obesidad sarcopénica y la fragilidad.

El envejecimiento se asocia con importantes cambios en la composición corporal, la obesidad es uno de los mayores problemas de salud pública y en la población de adultos mayores el riesgo aumenta[72]. La prevalencia de la sarcopenia en México no se puede describir con exactitud puesto que no hay datos suficientes para tener cifras contundentes debido a las múltiples enfermedades y síndromes en las que ese encuentra involucrada.

Los métodos para valorar la composición corporal dan mayor importancia a la estimación de la grasa corporal y las técnicas para determinar la masa muscular son escasas. Se ha demostrado que no solo la masa muscular se reduce con el avance de la edad sino que la calidad del músculo también cambia (la grasa intramuscular aumenta) [69, 73, 74].

La comparación de diferentes estudios *The Health and Body Composition Study* demostró una fuerte asociación entre masa y fuerza muscular, así como también cambios en la calidad del músculo esquelético con el paso de la edad[70], el reporte de *Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico*[21], y otro estudio realizado en la Ciudad de México: *Factores relacionados con la desnutrición y la sarcopenia en un grupo de mujeres residentes de asilos de la ciudad de México*[75], muestran consistentemente como hallazgo común la disminución de la masa libre de grasa en ancianos, y que esta reducción se incrementa con la edad (Tabla 27)[76].

Estos mismos estudios además reportan que los pacientes con desnutrición (identificada por cuestionarios de riesgo nutricio y/o pruebas de laboratorio) y sarcopenia tienen los valores más bajos en las variables antropométricas de composición corporal asociados con la masa

libre de grasa (circunferencia de pantorrilla y brazo), fuerza muscular, e indicadores que pueden definir sarcopenia (MMEA, IMMEA).

**Tabla 27** Estudios de gran escala en la prevalencia de sarcopenia

Estudio (país)	n (% mujeres)	Edad	Método de evaluación	Prevalencia de sarcopenia
<b>CHS (USA)</b>	503268 (56.4%)	>65 años	Categorías de índice de masa esquelética, que se define como la masa muscular normalizada para la altura.	<b>Sarcopenia moderada</b> Hombres:70.7% Mujeres:41.9% <b>Sarcopenia severa:</b> Hombres:17.1% Mujeres:10.7%
<b>EPIDOS (Francia)</b>	1458 (100%)	>70 años	Masa muscular esquelética apendicular <2DE por debajo del grupo de referencia	9.5%
<b>In CHANTI (Italia)</b>	1030 (54.5%)	Rango 20-102	Área trasversal de la pantorrilla mayor a 2 DS por debajo de la media de la población (CT)	<b>Hombres:</b> 20% para los 65 años, 70% a los 85 años <b>Mujeres:</b> 5% a los 65 años, 15 a los 85 años
<b>NHANES III (USA)</b>	14818	>60 años	Índice de masa esquelética definido como la masa muscular por 100. Sarcopenia clase I definida como la masa músculo esquelética de 1-2 DE Sarcopenia clase II definida como la masa músculo esquelética > 2 DE partir de la media de los sujetos jóvenes (BIA)	<b>Sarcopenia clase I:</b> Hombres 45% Mujeres 59% <b>Sarcopenia clase II:</b> Hombres 7% Mujeres 10%
<b>NMEHS (USA)</b>	808 (47.3%)	Hombres 73.6±5.8 años Mujeres 73.7±6.1 años	Masa muscular esquelética apendicular < 2 DE por debajo de la media de la población joven de referencia (subestudio DEXA)	<b>70-74 años</b> Hombres: 18.3 -19.8% Mujeres 33.3-35.1% <b>75-80 años</b> Hombres: 26.7 % -36.4% Mujeres 35.3%-35.9% <b>&gt;80 años</b> Hombres: 52.6% -57.6% Mujeres 43.2%-60%

Por otro lado, se ha reportado que la fragilidad[45] se asocia con discapacidad, predice mortalidad y desenlaces adversos (delirium, caídas, disminución de funcionalidad). En este estudio la fragilidad se presentó en casi la mitad de las adultas mayores, a pesar de que la prevalencia de obesidad sarcopénica, calculada por porcentaje de grasa e índice de masa muscular esquelética (IMME), fue de poco más del 10% (13.3%).

***Vivienda, estado laboral, escolaridad, patología presente***

La condición del adulto mayor de vivir con alguno de los hijos representa una limitante de espacio físico, en ocasiones también para el autocuidado; y por otro lado también enfrenta las demandas de atención hacia otras personas (como los nietos). Cuatro de cada diez participantes de este estudio reportaron vivir con alguno de sus hijos u otros parientes.

El desarrollo de la fragilidad depende de la interacción de los procesos de enfermedad con los procesos fisiológicos normales del envejecimiento, los genes, el entorno y el estilo de

vida. Las personas frágiles suelen tener una pérdida excesiva de músculo funcional asociada con un descenso de la función ejecutiva. La dependencia económica es un factor común en casi el 60% de las participantes, lo cual ha demostrado tener un impacto en el aumento de la fragilidad puesto que se asocia con un nivel socioeconómico bajo, menor nivel educativo, mayor número de comorbilidades y discapacidad.

En cuanto a la patología presente, se ha reportado que la diabetes produce un descenso en el estado funcional en mayor grado que otras enfermedades, la razón es multifactorial e incluye neuropatía diabética, neuropatía neurovegetativa que produce disfunción cognitiva y un descenso en el umbral del dolor. En este estudio la prevalencia de diabetes fue del 10%, lo cual las ubica en riesgo para desarrollar fragilidad, independientemente de que no la hayan presentado al momento del estudio[9, 44].

### ***Peso***

Muchas personas frágiles tienen cierto grado de pérdida de peso, esto puede deberse no solo a la sarcopenia, también es secundaria a caquexia, deshidratación o anorexia[44], pero se debe esencialmente por la pérdida de músculo[34]. Posteriormente, la pérdida de peso se asocia con fractura de fémur, mayor discapacidad y muerte; la reversión en la pérdida de peso se asocia con un mejor pronóstico[44]. En este estudio el promedio de peso fue de **66.4 kg  $\pm$ 10.3**, dato que coincide con el percentil 50 del peso para la edad de la mujer anciana promedio de 66.8 kg a los 65 años de edad y 62.5 kg para los 75 años, teniendo en cuenta que la edad promedio del estudio fue de  $70.7 \pm 6.8$  años (Tabla 4).

### ***Circunferencia media de brazo y pantorrilla***

La circunferencia de brazo es un buen indicador y de uso frecuente en la antropometría por ser un área sensible a los cambios en la reserva muscular [77]; el promedio encontrado en el estudio fue de **31.3  $\pm$  3.5 cm**, el promedio para circunferencia de pantorrilla fue de  $33.5 \pm 2.6$  cm, muy similar al observado por Sánchez-García en 2007: 33.7. (Tabla 6) [37].

Tomando en cuenta que la edad promedio de la muestra fue de  $70.7 \pm 6.8$  años. La circunferencia media de brazo encontrada fue de **31.3  $\pm$ 3.5**. Este valor coincide con el percentil 50 para la edad en mujeres mexicanas[78]. En el estudio de Villarino 2003 [79], se reportó que ancianos institucionalizados corresponden al percentil 25 (28.5cm), el punto de corte para identificar riesgo nutricio es de 26.2 cm que corresponde al percentil 10 de

circunferencia. A diferencia de Villarino, los hallazgos de este estudio ubican a las mujeres en el percentil 50 y 75 de esa misma referencia (Tabla 7), lo cual puede deberse a que fueron mujeres ambulantes (no institucionalizadas), lo cual indica que han tenido o tienen mayor actividad física e independencia, ya que al acudir a un centro recreativo (Casa de Día) muestran mayor independencia física, en comparación con las adultas mayores institucionalizadas o que no realizan actividad física como consecuencia de la degeneración propia de la edad.

### ***Circunferencia de cintura***

El promedio de las mujeres estudiadas fue de  $94.8 \pm 10$  cm, lo cual sitúa a la población ligeramente por encima de la media nacional de circunferencia de cintura (96 cm), de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006 de México [32]. El *Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III)* emitido por los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos, respecto a la circunferencia de cintura definen en hombres  $>102$ cm y en mujeres  $>88$  cm como indicadores de riesgo tanto de síndrome metabólico como de enfermedad cardiovascular, el mismo punto de corte ha sido propuesto como indicador de alto riesgo de enfermedades crónicas por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Sin embargo, la Secretaría de Salud en México ha adoptado los criterios de la Federación Internacional de Diabetes para clasificar como circunferencia abdominal saludable  $\geq 80$  cm mujeres y  $\geq 90$  cm en hombres [32]. Por lo que independientemente de la fuente de referencia para el punto de corte, esta población se encuentra por arriba de lo recomendable y la sitúa en riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles.

### ***Porcentaje de masa grasa***

El porcentaje de grasa encontrado en el estudio fue de  $39.9 \pm 6.4$  que corresponde al percentil 50 del porcentaje de grasa-edad en mujeres de 60-74.9 años (40%-38%, respectivamente) encontrada por Frisancho (1999)[34, 38]. Este grado de adiposidad hace referencia a la cantidad de tejido adiposo (grasa) en el cuerpo, en general, el incremento de la adiposidad se asocia con alto riesgo de resistencia a la insulina, diabetes, hipertensión, dislipidemias, enfermedad cardiovascular, cáncer y enfermedad respiratoria[32].

## ***Fragilidad***

En el sentido clínico, la fragilidad se identifica a través cinco criterios: pérdida involuntaria de peso, agotamiento físico autodescrito, disminución de la velocidad de la marcha (más de 1 segundo por metro en una prueba de 4.5 m), fragilidad determinada por la fuerza de prensión y menor actividad física, un paciente con uno de estos criterios es considerado pre-frágil y a partir de tres criterios se considera frágil

Entre los componentes de la fragilidad, los que se evalúan subjetivamente (sensación de agotamiento y pérdida involuntaria de peso) se presentaron en menor proporción (44.4% y 24.4%, respectivamente) que los evaluados objetivamente. En el caso de pérdida de peso puede deberse a que probablemente no perdieron peso, o bien, lo ganaron pero en grasa corporal. En cuanto a la sensación de agotamiento puede deberse a que la información proviene de una población no institucionalizada, y por lo general se encuentran activos ya sea por tener un trabajo (remunerado), o por acudir a Casas de Día donde realizan alguna actividad.

La prevalencia e incidencia de fragilidad varían según la población estudiada y la definición operacional utilizada[9]. En el trabajo original de Fried “*Frailty in older adults: evidence for a phenotype*”[45] se reportó una prevalencia de 6.9% en la población ambulatoria, con una incidencia de 7.2% a 4 años. La fragilidad se relacionó con menor nivel educativo, menor nivel socioeconómico, mayor número de comorbilidades y discapacidad[9, 45]. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que de 90 mujeres más de la mitad (53.3%) presentaron fragilidad, lo cual confirma la relación negativa entre nivel educativo y/o socioeconómico y presencia de comorbilidades, observada por Fried. La mayoría de la muestra refirió solo haber cursado la primaria (43.3%) como máximo nivel de estudio así como también refirieron depender de otra persona para sus gastos básicos (57.8%) y además con patología presente (como lo fue la hipertensión).

Cerca del 50% de la pérdida de la autonomía en adultos mayores frágiles es evitable, a partir de los 70 años se pierde algo de autonomía y funciones durante la hospitalización, los profesionales de la salud son conscientes de la necesidad de prevenir infecciones adquirida en el hospital pero se encuentran menos sensibles a la necesidad de mantener las funciones de los pacientes durante su estancia hospitalaria, las personas en buen estado de salud generalmente no pierden la capacidad de funcionar de manera independiente en el hospital

(vestirse solo, caminar, no presentar incontinencia etc.) pero los frágiles si pierden ésta independencia, es necesario actuar para prevenir la pérdida de la autonomía.

### ***Sarcopenia***

Un componente fundamental de la fragilidad es la sarcopenia, en el estudio la prevalencia, descrita a través del índice de masa muscular esquelética apendicular [21] reportó la prevalencia de sarcopenia en ambos sexos: 61-70 años fue de 13%, de 71 -80 fue del 24% y >80 años fue de 50% [21] es decir, la prevalencia se incrementa del 13 al 24%, de los 61 años a los 80; y aumenta en más del 50% en adultos mayores de 80 años. Baumgarthner 1998 en un estudio demuestra que en mujeres menores de 70 años la prevalencia se encontraba de 23.1-24.1%, de 70-80 años en un 40.5% y mayores de 80 años se incrementaba en 43.2-60.0% En nuestro estudio con una edad promedio de  $70.7 \pm 6.8$  se observa una pérdida moderada de músculo en 34.4% de la población, mientras que en el 5.6% la pérdida era significativa.

### ***Sarcopenia, obesidad sarcopénica y fragilidad***

En los últimos años con el aumento de porcentaje de grasa en la población se define el término obesidad sarcopénica; sin embargo, sigue siendo un tema controversial ya que entre muchas razones no existe un censo sobre los criterios para la evaluación de la misma. En el presente trabajo muestran que cuando se analiza con criterio de porcentaje de grasa  $39.9 \pm 6.4$  por sí solo no es indicado de obesidad sarcopénica y el diagnóstico de sarcopenia es de 40% de la población en estudio.

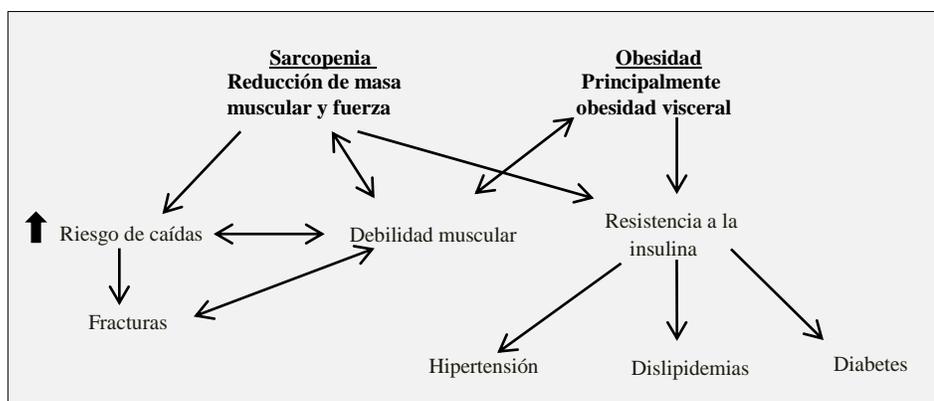
La sarcopenia tiene un origen bi-dimencional: modificación de la *composición* corporal y modificación de la *función* corporal; [75] estas dos premisas son la base del estudio. Lo que se observó es que existe diferencia en la fuerza de prensión entre el grupo de mujeres que tiene obesidad y músculo normal con el grupo que tiene obesidad sarcopénica, hecho que confirma que la pérdida de masa muscular influye en el deterioro funcional de las personas, *The Health and Body Composition Study* (2006) estudió en más de 3000 ancianos entre 70 y 79 años que demostró una fuerte asociación entre masa y fuerza muscular [70]. Aún más, los resultados del presente estudio muestran que la cantidad y la calidad de músculo tiene mayor efecto que la obesidad por sí misma, dado que en la población estudiada, el porcentaje de grasa no tiene tanto impacto como lo tiene la cantidad y calidad del músculo.

De ahí que el grupo sin obesidad sarcopénica es diferente al grupo que tiene obesidad y músculo normal.

Uno de los efectos más llamativos de la edad es la pérdida involuntaria de la masa muscular, la fuerza y la función (sarcopenia). La masa muscular disminuye aproximadamente 3.8% por década después de los 30 años y ésta tasa de disminución es aún mayor después de los 60 años; ésta pérdida involuntaria de masa muscular, la fuerza y la función es una causa fundamental de y colaborador de la discapacidad en las personas mayores. Esto se debe a la sarcopenia aumenta el riesgo de caídas y la vulnerabilidad a las lesiones y, por lo tanto, puede llevar a la dependencia funcional y la discapacidad. Una disminución de la masa muscular también es acompañada por un aumento progresivo de la masa grasa y, en consecuencia cambios en la composición corporal, y se asocia con un aumento de la incidencia de resistencia a la insulina en los ancianos. Por otra parte, la densidad ósea disminuye, aumenta la rigidez de las articulaciones, y hay una pequeña reducción en la estatura (cifosis). Todos estos cambios tienen consecuencias probables de una serie de condiciones, como la diabetes tipo 2, la obesidad, enfermedades del corazón y osteoporosis[80].

La fragilidad es un trastorno habitual en los ancianos. Actualmente, se define objetivamente la fragilidad con los criterios de Fried [45]. Una vez identificada, la primera intervención debe empezar con la instauración de ejercicios de resistencia y equilibrio, Debe identificarse y tratarse la deficiencia de vitamina D el tratamiento adecuado de enfermedades subyacentes, como anemia, diabetes mellitus e insuficiencia cardíaca congestiva, es un principio básico del tratamiento. En personas con fragilidad, las técnicas agresivas de promoción de la salud y de prevención de la enfermedad pueden producir una inhibición de la espiral descendente hacia la invalidez [75].

**Ilustración 33** Posibles consecuencias de la obesidad sarcopénica en la vejez



El músculo perdido es reemplazado por tejido adiposo y fibroso, el cual favorece la disminución de la fuerza, la tolerancia al ejercicio, debilidad, fatiga, así como disminución de la habilidad para realizar algunas de las actividades de la vida diaria, discapacidad y muerte [81].

## **Conclusiones**

La obesidad es un problema emergente observado en adultos mayores del estado de Hidalgo, en este estudio presentaron esta condición el 22.2% de las participantes. Asimismo, 12 de las 90 mujeres (13.3%) presentaron obesidad sarcopénica. A pesar de que la OS no se relacionó con el diagnóstico de fragilidad (considerada como un síndrome), sí mostró estar relacionada con uno o más de sus componentes (principalmente con la disminución en la velocidad de la marcha, la disminución de la fuerza de prensión; y en menor medida con la disminución de la actividad física, y pérdida de peso involuntaria). Este hallazgo permite generar hipótesis para investigar (en estudios longitudinales y de intervención) los factores causales (como la dieta o actividad física), o bien, los factores ambientales que influyen en la pérdida de masa muscular. Las consecuencias de la pérdida de fuerza atribuida a la pobre calidad del músculo van más allá puesto que la sarcopenia se asocia a una tasa metabólica baja, alteraciones de la termorregulación, aumento de la resistencia a la insulina y favorece un estado catabólico. Con los resultados de la presente investigación es posible establecer medidas preventivas para evitar un deterioro mayor en la vejez, como la suplementación con nutrimentos específicos e incremento de actividad física.

Existe evidencia científica que en una persona que muestre signos de fragilidad puede ser revertido ese proceso suele ser irreversible ese proceso o sin embargo, una persona que no logra continuar con sus actividades básicas de la vida diaria es importante prevenir identificar y revertir la fragilidad por ser una precondición de la dependencia. Aun cuando algunos estudios muestran que los estados pre-frágil y frágil son reversibles, es necesario en primera instancia es necesario identificar los casos de pre y fragilidad tan pronto como sea posible, en ocasiones los criterios de fragilidad pueden estar subyacentes a otro tipo de enfermedades como las cardiovasculares o a eventos como el aislamiento social.

Por otro lado, en la práctica clínica se plantea la necesidad de hacer estudios de tamizaje en edades tempranas para detectar oportunamente a las personas con algún riesgo de pérdida de masa muscular que de origen al desarrollo de sarcopenia, fragilidad, y/u obesidad sarcopénica.

## **Recomendaciones**

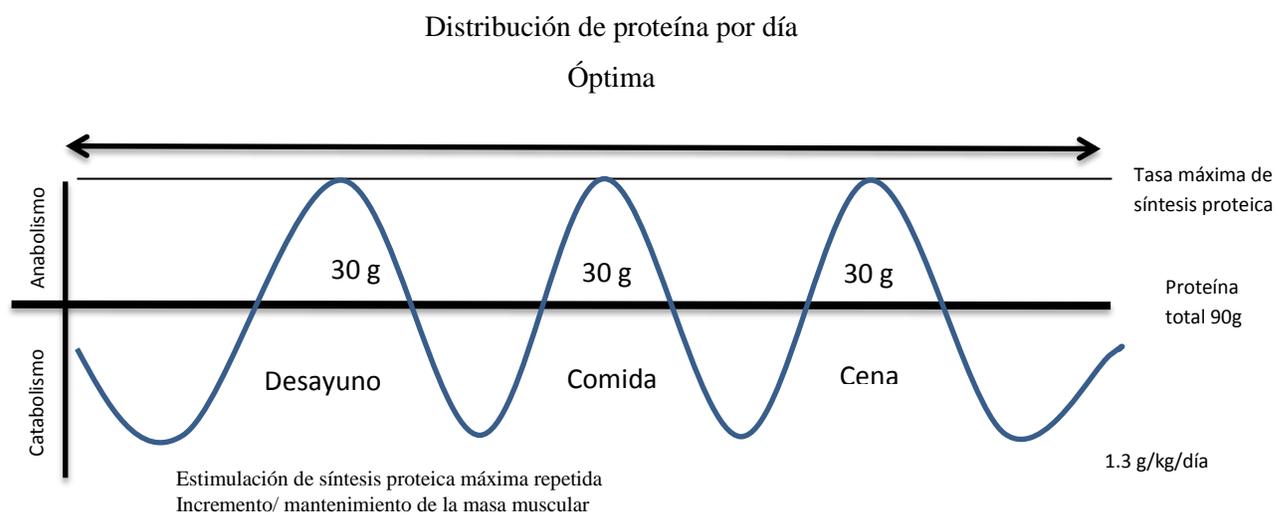
Actualmente existen diversos métodos para evaluar la composición corporal en diferentes grupos de edad; sin embargo, su validez es cuestionable en ciertas poblaciones como la de adultos mayores[82, 83]. Se ha señalado que la confiabilidad de las ecuaciones para estimar la composición corporal depende de la exactitud del método de referencia y de la etnicidad[84] es importante mencionar que siempre será preferible desarrollar ecuaciones para estimar algún componente de la composición corporal de poblaciones específicas, por etnicidad y diferentes estilos de vida[11].

### ***Proteínas***

Puesto que la masa muscular esquelética está constituida principalmente por proteínas, la síntesis muscular se estimula a través de su consumo. La proteína constituye un elemento fundamental para mantener una adecuada masa muscular en donde se deriva la necesidad de optimizar su ingesta en los adultos mayores, ya que se ha estimado que más de un 30% [75]. En la sarcopenia el tratamiento está encaminado a incrementar la masa y fuerza muscular mediante un mejor aporte calórico-proteico y un programa de ejercicios[9].

Se ha observado que un 0.8 g/kg/día no es suficiente para cubrir las necesidades proteicas de proteínas y Morley y col., han sugerido que la ingesta diaria de 1.2 a 1.5 g/kg/día de proteína ayuda a prevenir la aparición de la sarcopenia. Sin embargo otros autores proponen alcanzar 1.0 a 1.2 g/kg/día sin exceder los 1.6 g/kg/día para evitar los efectos adversos relacionados con el deterioro de la función renal. Aun así es todavía más importante tener un consumo de proteína de alto valor biológico (25-30 g) en cada tiempo de comida y en el patrón de ingesta a lo largo del día, en lugar de ingerirla en un solo tiempo de comida no estimula la síntesis de proteína muscular [75] (ilustración 34).

**Ilustración 34** Distribución de la ingesta e proteína en cada tiempo de comida



**Fuente:** Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, Zhang XJ, Volpi E, Wolf SE, Aarsland A, Ferrando AA, and Wolfe RR. Amino acid ingestion improves muscle protein synthesis in the young and elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2004; 286:321-328.

### ***Aminoácidos***

Durante la vejez, los aminoácidos esenciales (AE) son responsables de la estimulación anabólica proteica y para ello se ha recomendado el uso de los suplementos nutricionales. Se ha demostrado que el consumo de una pequeña dosis (7 g) de dichos aminoácidos no produce el mismo efecto anabólico en los ancianos que en los jóvenes. Sin embargo se ha reportado que la edad de los sujetos no afecta la capacidad para sintetizar proteína muscular después de ingerir 120 g de carne de res (12 g de AE). Por su parte Paddon Jones y col han concluido que 15 g de EA son suficientes para producir efectos anabólicos similares, tanto en ancianos como en jóvenes[75].

### ***Leucina***

La leucina es un aminoácido esencial con efectos en la iniciación de la síntesis de proteína muscular y es un potente activador de la vía mTOR (*mammalian target of rapamycin*) en el músculo esquelético, que estimula al factor de crecimiento similar a la insulina- 1 (IGF-1) y a otros factores de ADN (ácido desoxirribonucleico) favoreciendo el anabolismo del tejido muscular. El aporte recomendado de leucina para lograr dicha síntesis proteica es de 2.7 g dos veces al día. Los suplementos de aminoácidos sin la cantidad adecuada de leucina no estimulan la síntesis de proteínas. Aumentar la proporción de leucina en una mezcla de

aminoácidos esenciales puede mejorar la respuesta anabólica muscular en los ancianos y ser similar a la observada en sujetos jóvenes. Este efecto anabólico se mantiene largo plazo, aunque el proceso de síntesis proteica muscular es saturable, porque el aporte de aminoácidos esenciales debe ser cubierto de acuerdo con las recomendaciones. Debe subrayarse que, si bien la leucina favorece la síntesis proteica, también disminuye su tasa de degradación a través de los efectos directos de su conversión a B-hidroxi-B-metilbutirato (HMB)[75].

### ***B-hidroxi-B-metilbutirato (HMB)***

El HMB es un biometabolito sintetizado a partir de leucina, que regula la síntesis y degradación proteica del músculo, HMB actúa sobre la cadena de señalización intracelular derivada de la insulina, la cual contiene mTOR, estimulando así la síntesis proteica. Además, e HMB disminuye el proceso de degradación proteica, inhibiendo la activación de la señalización intracelular le la citosina catabólica nuclear factor – kappa B (NFkB) y de la vía ubiquina proteosoma. Se ha reportado que una persona debería consumir cerca de 60g de leucina para producir 3g de HMB, que es la dosis usual suplementada. La suplementación de HMB se considera una alternativa nutricional favorable tanto en ancianos como en pacientes graves que conllevan desgaste muscular: desnutrición, caquexia, cáncer, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, sida y enfermos graves en unidad de terapia intensiva[75].

### ***Actividad física***

El ejercicio de resistencia contrarresta la pérdida muscular relacionada al envejecimiento, porque se logra un aumento del 11.4% en el área transversal de la pantorrilla y del 100% en el área transversal del extensor de la rodilla tras 12 semanas de entrenamiento [85].

Henwood (2008) reportó que un periodo de 24 semanas de entrenamiento mejoraba la fuerza muscular y la habilidad funcional en pacientes geriátricos, y que la mejoría en cuanto a capacidad funcional persistía aun después de un periodo de desentrenamiento[86]. En pacientes frágiles, el ejercicio de resistencia puede aumentar un 3 a 9% el área muscular transversal y duplica la fuerza muscular [87].

---

## **Anexos**



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

### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACION EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Solicitamos su autorización para participar en el proyecto de investigación

**TITULO DEL PROYECTO:** “La obesidad sarcopénica y su impacto en la fragilidad del adulto mayor”

**RESPONSABLES:** Lic. En Nut. Rubí Vargas Vargas alumna del programa Maestría en Ciencias Biomédicas y de la Salud; Instituto de Ciencias de la Salud; Universidad Autónoma del estado de Hidalgo; bajo la dirección del Doc. Javier Villanueva Sánchez Profesor investigador área Académica de Nutrición, Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

**Objetivo del proyecto:** Establecer las directrices que caracterizan la obesidad sarcopénica en la población de adultos mayores que acuden al Instituto de Atención al Adulto mayor (IAMM) contribuyendo así a la prevención y principales problemas relacionados con la obesidad sarcopénica con enfoque de diagnóstico, capacitación y estructura de plan de prevención.

**Lugar de estudio:** Laboratorio de plicometría de la cuarta etapa del instituto de ciencias de la salud (ICSa) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ubicado en ex hacienda la concepción S/N San Agustín Tlaxiaca C.P. 42160 Tel. 01 771 71 720 00. Ext 5114

Yo, \_\_\_\_\_ (nombre del participante) consiento participar en el proyecto de investigación bajo las siguientes condiciones.

Mi participación en el estudio consiste:

- 1) Responder una serie de preguntas de carácter personal (nombre, edad, vive solo, tiempo de ayuno, tiene ingresos, enf).
- 2) Presentarme en ayunas de 8 horas.

- 3) Para diagnóstico de Fragilidad: llevaré a cabo dos actividades 1.-fuerza de prensión; donde empuñare un dinamómetro esto se hará tres veces, 2.- velocidad de la marcha donde caminaré en línea recta 4.6 m. con 3 repeticiones.  
En el cuestionario responderé 1.- he perdido peso en el último año y cuanto, 2.- me siento con sensación de agotamiento en general, 3.- tipo y cantidad de actividad física que realizado en una semana. Tiempo aproximado 15 minutos.
- 4) Para bodystat<sup>MR</sup>. (fig. 2) me recostare sobre una superficie plana se me colocaran 4 electrodos: 2 en mano derecha, 2 en pie derecho, tiempo aproximado.5 minutos.
- 5) Determinación de la composición corporal (masa magra y masa libre de grasa) utilizando Pletismografía donde se utilizara Bod Pod<sup>MR</sup> y que requiero utilizar traje de baño o ropa muy pegada al cuerpo y una gorra elástica (que se proporcionara en el laboratorio) para cubrirme el cabello y sin zapatos, primero me subiré a una báscula donde seré pesado(a) por la computadora y después me sentare dentro del Bod Pod<sup>MR</sup> tiempo aproximado 5 minutos.
- 6) El estudio se llevara a cabo respetando mi privacidad como paciente, con opción de retirarme en el momento que así lo desee.
- 7) Puedo llevar un acompañante para que me asista o me acompañe dentro del laboratorio durante el transcurso del estudio.
- 8) Se llevara a cabo por la responsable de la investigación y será asistida por una persona más que llevara a cabo la función de anotador.

Si usted está de acuerdo en participar en este proyecto, por favor firme en el espacio SI ACEPTO

---

Nombre completo y firma  
SI ACEPTO

---

Nombre completo y firma  
Testigo

---

Nombre Completo y firma  
Testigo



#### Anexo 2 Protocolo para aplicar cuestionarios

**Protocolo para aplicar cuestionarios, medir la velocidad de la marcha y la fuerza de prensión; así se evitara sesgos y alta permanencia de tiempo de permanencia del adulto dentro del laboratorio.**

#### **Protocolo para medir la velocidad de la marcha:**

**Guion:** “En ésta prueba lo que vamos a medir es velocidad de la marcha es decir el tiempo que tarda usted en caminar de este extremo de la línea al final de la misma a su ritmo habitual en el que camina todos los días (mostrar físicamente y hacer el ejercicio que quiero que haga)”.

“Para hacer este ejercicio como me vio quiero se coloque y coloque las puntas de sus pies detrás de la línea marcada pero sin tocarla, cuando le diga **YA!** empieza a caminar, esto lo vamos a repetir tres veces ¿listo?”

“Yo voy a tomar el tiempo con el cronometro que le estoy mostrando, e iré a su lado por si en algún momento pierde el equilibrio al estar caminando (si el pie no cruza por alguna razón la línea y el sujeto se para antes de completar los 4.6 m se para el cronometro y se realiza nuevamente el recorrido, por lo que podrían ser más de tres recorridos)”

“Primer recorrido **listo?.. Ya!**”

“Segundo recorrido: da usted la vuelta y se coloca de nuevo detrás de la línea y repetimos la caminata **listo?..Ya!**”

“Tercer recorrido: da usted nuevamente la vuelta y se coloca detrás de la línea y repetimos por última vez el recorrido **listo?..Ya!**”

#### **Protocolo para medir fuerza de prensión:**

En ésta prueba lo que se va a medir la fuerza de agarre para probar la fuerza de las manos de los participantes.

#### **Nota:**

----hacer con el sujeto de estudio un ejemplo de cómo es que tiene que hacer la prueba de fuerza de agarre.

---- 1.- Preguntar al sujeto de estudio si ha tenido dolor reciente en las muñecas y este perdure hasta el día de hoy (día del estudio)

---- 2.- preguntar al sujeto de estudio si ha tenido una cirugía reciente en las manos (menor a 13 semanas) si la respuesta es No a las dos preguntas seguir adelante con el protocolo si la respuesta es sí a una de las dos preguntas omitir ésta prueba y anotar en observaciones para proteger la salud del sujeto de estudio y evitar sesgos en la investigación.

### Protocolo para aplicar Cuestionario CES-D

Le voy a leer unas frases que describen como usted se podría haber sentido físicamente durante la semana pasada.

**“Sentía que todo lo que hacía era un esfuerzo”\***

Por favor dígame con qué frecuencia

**“No tenía ganas de hacer nada”\*\***

Por favor dígame con qué frecuencia

	Raramente o ninguna vez (menos de 1 día)	alguna vez (1-2 días)	la mayor parte del tiempo (3-4 días)	todo el tiempo (5-7 días)
“¿Sentí que todo lo que hacía era un esfuerzo?”*				
“¿Tenía ganas de no hacer nada?”**				
	total: (puntos)			



**Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Instituto de Ciencias de la Salud (ICSa)  
Maestría en Ciencias Biomedicas y de la Salud**



**Anexo 3 Recolección de datos**

Fecha	Día	Mes	Año	Folio	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Casa de asistencia.				Fecha de nacimiento	<input type="text"/>
					Día      Mes      Año
Sexo	<input type="text"/>	<input type="text"/>		edad años	<input type="text"/>
	(1) Fem	(2) Masc			
<b>Nombre :</b> _____					

Estado laboral	Estado de vivienda	Primaria completa
trabajador	vive solo (a)	Sec. incomp.
jubilado pensionado	vive con pareja	Sec. completa
jubilado no pensionado	vive con hijos (as)	Técnico . Trunca
desocupado	<b>Nivel de escolaridad</b>	Univ. Trunca
depende de otra persona	No escolarizado	Univ terminada
actividad	Primaria incompleta	Otro

Datos Antropométricos	Datos Pletismografía
Estatura (cm)	Porcentaje de grasa(%)
Circunferencia Media de Brazo (cm)	% de masa libre de grasa (%)
Circunferencia de abdomen (cm)	cantidad de masa grasa (kg)
Cadera (cm)	Cant. de masa libre de grasa (kg)
Circunferencia de la pantorrilla (cm)	
Altura de rodilla (cm)	
Peso pletismógrafo (Kg)	
otro	

Datos Bodystat	Resultado	Referencias
% de grasa		
Grasa (kg)		
Magro (kg)		
Total (kg)		
Peso magro en seco (kg)		
Agua(%)		
Agua(lt.)		
Met. Basal (kcal)		
TMB/Peso (kcal)		
Nº kj estimada (kcal)		
IMC		
CIN/CAD Riesgo		
Impedancia (resistencia)		

OBSERVACIONES:

Recolecto

Nombre y firma



**Anexo 4 Test de Fragilidad**

Folio \_\_\_\_\_ sexo \_\_\_\_\_ talla: \_\_\_\_\_

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

Registro de velocidad de la marcha		
Intento	Tiempo en segundos	Observaciones
1		
2		
3		
Promedio		

Registro de fuerza de prensión		
Intento	Fuerza en kg.	Observaciones
1		
2		
3		
Promedio		

Sensación de agotamiento				
	Raramente o ninguna vez (menos de 1 día)	alguna vez (1-2 días)	la mayor parte del tiempo (3-4 días)	todo el tiempo (5-7 días)
“¿Sentí que todo lo que hacía era un esfuerzo?”				
“¿Tenía ganas de no hacer nada?”				
	total: (puntos)			

pérdida de peso involuntaria		
Peso año anterior	Peso medio actual	Total

actividad física	
	Tiempo de actividad (minutos)
Caminar	
Bailar	
Trotar	
Aeróbicos	

	Tiempo de actividad (minutos)
Excursionismo	
Cortar césped	
Natación	
Otro	

pregunta: “¿tiene dificultad para levantarse de una silla?”

Observaciones: \_\_\_\_\_

Recoleta: **Nombre y firma**



Anexo 5 Formato para pacientes

Folio  sexo  talla:

Fecha 

día	mes	año

Nombre : \_\_\_\_\_ edad: \_\_\_\_\_

Participo de manera voluntaria en el trabajo de investigación titulado " Prevalencia de la obesidad sarcopénica y su correlación en la fragilidad del adulto mayor" obtuvo del estudio antropometría, Pletismografía y test de fragilidad, los siguientes resultados:

Estatura (cm)	
Peso (Kg)	
Circunferencia de abdomen (cm)	
Porcentaje de grasa (%)	
Porcentaje de masa libre de grasa (%)	
Dx. de Frgilidad	

Recomendaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Recolecto: **Nombre y firma**

## Anexo 6 Variables utilizadas para clasificación de fragilidad.

<p><b>1.- Pérdida de peso:</b> "En el último año, ¿ha perdido más de 10 libras sin intención (es decir, no se debe a la dieta o ejercicio)?" Si es así, entonces frágil para el criterio de pérdida de peso. En el seguimiento, la pérdida de peso se calculó como: (peso en el año anterior - el peso medido actual) / (peso en el año anterior) = K. Si <math>K &gt; 0.05</math> y el sujeto no informa de que él / ella estaba tratando de bajar de peso (es decir, la pérdida de peso no intencional de al menos el 5% del peso corporal del año anterior), entonces frágil para bajar de peso = Sí.</p>	<p><b>PERDIDA INVOLUNTARIA DE PESO</b>  <b>1=</b> mas de 5kg. En el ultimo año  <b>0=</b> menos de 5kg en el ultimo año</p>																																																		
<p><b>2.- Agotamiento:</b> El uso de la escala de depresión CES-D, se leen las siguientes dos declaraciones. (a) sentí que todo lo que hacía era un esfuerzo, (b) que no podía irme. La pregunta se hace 0 "¿Cuántas veces en la última semana te sentiste así?" = nunca o casi ninguna de las ocasiones (&lt;1 día), 1 = un poco o un poco de tiempo (1-2 días), 2 = a cantidad moderada del tiempo (3-4 días), o 3 = la mayor parte del tiempo. Los sujetos respondieron "2" o "3" a cualquiera de estas preguntas se clasificaron como débil por el criterio de agotamiento.</p>	<p><b>SESACION DE AGITAMIENTO</b>  <b>0=</b> nunca o casi nunca  <b>0=</b> un poco o un poco de tiempo  <b>1=</b> cantidad moderada de tiempo  <b>1=</b> la mayor parte del tiempo</p>																																																		
<p><b>3.- Actividad física:</b> En base a la versión corta del cuestionario Ocio Actividad Tiempo Minnesota, preguntando por caminar, tareas (moderadamente extenuante), cortar el césped, rastrillar, jardinería, excursionismo, trotar, andar en bicicleta, montar en bicicleta de ejercicio, baile, aeróbic, bolos, golf, tenis individual, dobles de tenis, frontón, gimnasia, natación. Kcal por semana, gastados se calculan utilizando el algoritmo normalizado. Esta variable es estratificada por sexo.</p> <p>Hombres: los que tienen Kcals de actividad física por semana, &lt;383 son frágiles.</p> <p>Mujeres: Las personas con Kcals por semana, &lt;270 son frágiles</p>	<p><b>Hombres</b>  <b>1=</b> &lt;383  <b>0=</b> &gt;383</p> <p><b>Mujeres</b>  <b>1=</b> &lt;270  <b>0=</b> 270</p>																																																		
<p><b>4.- Tiempo de Caminata</b> estratificado por sexo y talla (punto de corte en función del género de altura media).</p> <p>Hombres Corte de tiempo para caminar 4.6 m criterio de fragilidad</p> <table border="1" data-bbox="224 829 1133 913"> <tr> <td>Altura &lt;173 cm</td> <td>&gt; 7 segundos</td> </tr> <tr> <td>Altura &gt; 173 cm</td> <td>&gt; 6 segundos</td> </tr> </table> <p>mujeres</p> <table border="1" data-bbox="224 955 1133 1077"> <tr> <td>Altura &lt;159 cm</td> <td>&gt; 7 segundos</td> </tr> <tr> <td>Altura &gt; 159 cm</td> <td>&gt; 6 segundos</td> </tr> </table>	Altura <173 cm	> 7 segundos	Altura > 173 cm	> 6 segundos	Altura <159 cm	> 7 segundos	Altura > 159 cm	> 6 segundos	<table border="1"> <tr> <td>Altura &lt;173 cm</td> <td>&gt; 7 segundos = 1</td> </tr> <tr> <td>Altura &lt;173 cm</td> <td>&lt;7 segundos = 0</td> </tr> <tr> <td>Altura &gt; 173 cm</td> <td>&gt; 6 segundos = 1</td> </tr> <tr> <td>Altura &gt; 173 cm</td> <td>&lt; 6 segundos = 0</td> </tr> <tr> <td>mujeres</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Altura &lt;159 cm</td> <td>&gt; 7 segundos = 1</td> </tr> <tr> <td>Altura &lt;159 cm</td> <td>&lt; 7 segundos = 0</td> </tr> <tr> <td>Altura &gt; 159 cm</td> <td>&gt; 6 segundos = 1</td> </tr> <tr> <td>Altura &gt; 159 cm</td> <td>&lt; 6 segundos = 0</td> </tr> </table>	Altura <173 cm	> 7 segundos = 1	Altura <173 cm	<7 segundos = 0	Altura > 173 cm	> 6 segundos = 1	Altura > 173 cm	< 6 segundos = 0	mujeres		Altura <159 cm	> 7 segundos = 1	Altura <159 cm	< 7 segundos = 0	Altura > 159 cm	> 6 segundos = 1	Altura > 159 cm	< 6 segundos = 0																								
Altura <173 cm	> 7 segundos																																																		
Altura > 173 cm	> 6 segundos																																																		
Altura <159 cm	> 7 segundos																																																		
Altura > 159 cm	> 6 segundos																																																		
Altura <173 cm	> 7 segundos = 1																																																		
Altura <173 cm	<7 segundos = 0																																																		
Altura > 173 cm	> 6 segundos = 1																																																		
Altura > 173 cm	< 6 segundos = 0																																																		
mujeres																																																			
Altura <159 cm	> 7 segundos = 1																																																		
Altura <159 cm	< 7 segundos = 0																																																		
Altura > 159 cm	> 6 segundos = 1																																																		
Altura > 159 cm	< 6 segundos = 0																																																		
<p><b>5.- La fuerza de agarre</b>, estratificado por sexo e índice de masa corporal (IMC) cuartiles:</p> <p>Corte de la fuerza de agarre (Kg) criterio de fragilidad</p> <p>Hombres</p> <table border="1" data-bbox="224 1207 1133 1417"> <tr> <td>IMC &lt;24</td> <td>&lt;29</td> </tr> <tr> <td>24,1-26 IMC</td> <td>&lt;30</td> </tr> <tr> <td>26,1-28 IMC</td> <td>&lt;30</td> </tr> <tr> <td>IMC 28</td> <td>&lt;32</td> </tr> </table> <p>Mujeres</p> <table border="1" data-bbox="224 1480 1133 1711"> <tr> <td>IMC &lt;23</td> <td>&lt;17</td> </tr> <tr> <td>IMC 23.1-26</td> <td>&lt;17,3</td> </tr> <tr> <td>IMC 26,1 a 29</td> <td>&lt;18</td> </tr> <tr> <td>IMC 29</td> <td>&lt;21</td> </tr> </table>	IMC <24	<29	24,1-26 IMC	<30	26,1-28 IMC	<30	IMC 28	<32	IMC <23	<17	IMC 23.1-26	<17,3	IMC 26,1 a 29	<18	IMC 29	<21	<table border="1"> <tr> <td>IMC &lt;24</td> <td>&lt;29 = 1</td> </tr> <tr> <td>IMC &lt;24</td> <td>&gt;29 = 0</td> </tr> <tr> <td>24,1-26 IMC</td> <td>&lt;30 = 1</td> </tr> <tr> <td>24,1-26 IMC</td> <td>&gt;30 = 0</td> </tr> <tr> <td>26,1-28 IMC</td> <td>&lt;30 = 1</td> </tr> <tr> <td>24,1-26 IMC</td> <td>&gt;30 = 0</td> </tr> <tr> <td>IMC 28</td> <td>&lt;32 = 1</td> </tr> <tr> <td>IMC 28</td> <td>&gt;32 = 0</td> </tr> <tr> <td>Mujeres</td> <td></td> </tr> <tr> <td>IMC &lt;23</td> <td>&lt;17 = 1</td> </tr> <tr> <td>IMC &lt;23</td> <td>&gt;17 = 0</td> </tr> <tr> <td>IMC 23.1-26</td> <td>&lt;17,3 = 1</td> </tr> <tr> <td>IMC 23.1-26</td> <td>&gt;17,3 = 0</td> </tr> <tr> <td>IMC 26,1 a 29</td> <td>&lt;18 = 1</td> </tr> <tr> <td>IMC 26,1 a 29</td> <td>&gt;18 = 0</td> </tr> <tr> <td>IMC 29</td> <td>&lt;21 = 1</td> </tr> <tr> <td>IMC 29</td> <td>&gt;21 = 0</td> </tr> </table>	IMC <24	<29 = 1	IMC <24	>29 = 0	24,1-26 IMC	<30 = 1	24,1-26 IMC	>30 = 0	26,1-28 IMC	<30 = 1	24,1-26 IMC	>30 = 0	IMC 28	<32 = 1	IMC 28	>32 = 0	Mujeres		IMC <23	<17 = 1	IMC <23	>17 = 0	IMC 23.1-26	<17,3 = 1	IMC 23.1-26	>17,3 = 0	IMC 26,1 a 29	<18 = 1	IMC 26,1 a 29	>18 = 0	IMC 29	<21 = 1	IMC 29	>21 = 0
IMC <24	<29																																																		
24,1-26 IMC	<30																																																		
26,1-28 IMC	<30																																																		
IMC 28	<32																																																		
IMC <23	<17																																																		
IMC 23.1-26	<17,3																																																		
IMC 26,1 a 29	<18																																																		
IMC 29	<21																																																		
IMC <24	<29 = 1																																																		
IMC <24	>29 = 0																																																		
24,1-26 IMC	<30 = 1																																																		
24,1-26 IMC	>30 = 0																																																		
26,1-28 IMC	<30 = 1																																																		
24,1-26 IMC	>30 = 0																																																		
IMC 28	<32 = 1																																																		
IMC 28	>32 = 0																																																		
Mujeres																																																			
IMC <23	<17 = 1																																																		
IMC <23	>17 = 0																																																		
IMC 23.1-26	<17,3 = 1																																																		
IMC 23.1-26	>17,3 = 0																																																		
IMC 26,1 a 29	<18 = 1																																																		
IMC 26,1 a 29	>18 = 0																																																		
IMC 29	<21 = 1																																																		
IMC 29	>21 = 0																																																		
<p><b>¿TIENE DIFICULTAD PARA LEVANTARSE DE UNA SILLA?</b></p>	<p>SI = 1  NO = 0</p>																																																		

**Anexo 7 Clasificación de datos de vivienda, escolaridad y seguridad social**

<b>DATOS</b>				
<b>SEXO</b>			<b>ENFERMEDAD</b>	
FEMENINO	<b>0</b>		HIPERTENSION	<b>1</b>
MASCULINO	<b>1</b>		DIABETES	<b>2</b>
			HOSTEOPOROSIS	<b>3</b>
<b>ESTADO LABORAL</b>				<b>4</b>
TRABAJADOR	<b>1</b>		OTRO	<b>5</b>
JUBILADO PENSIONADO	<b>2</b>		GLAUCOMA	
JUBILADO NO PENSIONADO	<b>3</b>			
DEPENDE DE OTRA PERSONA	<b>4</b>			
<b>ESTADO DE VIVIENDA</b>				
VIVE SOLO(A)	<b>1</b>			
VIVE CON PAREJA	<b>2</b>			
VIVE CN HIJOS(AS)	<b>3</b>			
<b>NIVEL DE ESCOLARIDAD</b>				
NO ESCOLARIZADO	<b>1</b>			
PTIMARIA INCOMPLETA	<b>2</b>			
PRIMARIA COMPLETA	<b>3</b>			
SEC. INCOMPLETA	<b>4</b>			
SEC COMMPLETA	<b>5</b>			
TECNICO TRUNCA	<b>6</b>			
UNIV TERMINADA	<b>7</b>			
OTRO	<b>8</b>			

## Anexo 8 Abordaje teórico del Bod-Pod<sup>MR</sup>

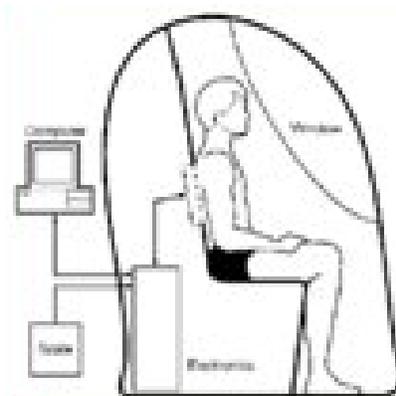
La relación presión-volumen a temperatura constante (condiciones isotérmicas) *ley de Boyle*\*:

$$P_1/P_2=V_2/V_1$$

En donde P1 y V1 representan una condición páreada de presión y volumen, y P2 y V2 representan una segunda condición, de acuerdo con la *ley de Boyle*, una cantidad de aire comprimida bajo condiciones isotérmicas disminuirá su volumen en proporción al aumento de presión.

EL Bod Pod<sup>MR</sup> proporciona un medio para determinar el volumen corporal mediante la aplicación de la *Distribución de Poisson*\*\*. El dispositivo consiste en una estructura única con dos cámaras complementarias: una cámara de prueba de alrededor de 450 L en donde el sujeto se sienta una cámara de referencia de aproximadamente 300L (Ilustración 35) un asiento de fibra de vidrio moldeado forma una pared común que separa las cámaras y el sujeto entra a través de una puerta en el frente de la cámara que está cerrada por una serie de electromagnetos.

Ilustración 35 Abordaje teórico del Bod-Pod<sup>MR</sup>



\***Ley de Boyle**, formulada independientemente por el físico y químico irlandés Robert Boyle (1662) y el físico y botánico francés Edme Mariotte (1676), es una de las leyes de los gases que relaciona el volumen y la presión de una cierta cantidad de gas mantenida a temperatura constante. La ley dice que:

La presión ejercida por una fuerza física es inversamente proporcional al volumen de una masa gaseosa, siempre y cuando su temperatura se mantenga constante.

\*\***Distribución de Poisson**: es una distribución de probabilidad discreta que expresa, a partir de una frecuencia de ocurrencia media, la probabilidad de que ocurra un determinado número de eventos durante cierto período de tiempo. Concretamente, se especializa en la probabilidad de ocurrencia de sucesos con probabilidades muy pequeñas, o sucesos "raros".

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>Adipocito</b>	Célula que forma el tejido adiposo. Son células redondeadas, de 10 a 200 micras , con un contenido lipídico que representa el 95% del peso celular y que forma el elemento
<b>Agotamiento</b>	Sensación subjetiva e falta de energía física.
<b>Anciano (a)</b>	Se refiere a aquella persona que se encuentra dentro de los parámetros de lo que se llama tercera edad o población de personas mayores.
<b>Antropometría</b>	Sub rama de la antropología biológica o física que estudia las medidas del hombre. Serie de mediciones técnicas sistematizadas que expresan cuantitativamente las dimensiones del cuerpo humano.
<b>Ascitis</b>	Presencia de líquido seroso en el espacio que existe entre el peritoneo visceral y el peritoneo parietal
<b>Bioimpedancia</b>	Método que se realiza mediante un instrumento el cual mide la resistencia que un cuerpo opone al paso de una corriente de acuerdo a la ley Ohm y así determinar la composición de grasa y músculo en el cuerpo.
<b>Citocinas</b>	(También denominadas <b>citoquinas</b> ) son proteínas que regulan la función de las células que las producen u otros tipos celulares. Son agentes responsables de la comunicación intercelular, inducen a la activación de receptores específicos de membrana. Son producidas por los linfocitos, macrófagos activados, poliformonucleares, células endoteliales y de tejido conectivo.
<b>Debilidad</b>	Falta de fuerza o resistencia.
<b>Dinamómetro</b>	Instrumento utilizado para medir fuerza, que basa su funcionamiento en la elongación de un resorte que sigue la ley de elasticidad de Hooke (establece que el alargamiento que experimenta un material elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada). Es una balanza de resorte que consta de un muelle contenido en un cilindro. El dispositivo tiene dos ganchos o anillos, uno en cada extremo. Los dinamómetros llevan marcada una escala en unidades de fuerza. Al ejercer una sobre el gancho exterior, el curso de ese extremo se mueve sobre la escala exterior indicando el valor de la fuerza.
<b>Dinapénia</b>	Pérdida de fuerza en el músculo
<b>Discapacidad</b>	Deficiencia de una condición de salud biológica o psicológica que requiere asistencia por un profesional.
<b>Disfagia</b>	Dificultad en la deglución de los alimentos.
<b>Distribución de Poisson</b>	Distribución de probabilidad discreta que expresa, a partir de una frecuencia de ocurrencia media, la probabilidad de que ocurra un determinado número de eventos durante cierto período de tiempo. Concretamente, se especializa en la probabilidad de ocurrencia de sucesos con probabilidades muy pequeñas, o sucesos "raros".

<b>Esfínter</b>	Músculo en forma circular o de anillo, que permite el paso de una sustancia de un órgano a otro por medio de un tubo u orificio a la vez que impide su regreso
<b>Fragilidad</b>	Síndrome biológico de origen multifactorial que consiste en reservas fisiológicas disminuidas, que condicionan vulnerabilidad ante factores estresantes y situaciones adversas que ponen en riesgo la dependencia funcional.
<b>Fuerza de prensión</b>	Capacidad cuantificable para ejercer presión con la mano o con los dedos.
<b>Índice de masa corporal</b>	medida de asociación entre el peso y la talla <sup>2</sup>
<b>Ley de Boyle</b>	Formulada independientemente por el físico y químico irlandés Robert Boyle (1662) y el físico y botánico francés Edme Mariotte (1676), es una de las leyes de los gases que relaciona el volumen y la presión de una cierta cantidad de gas mantenida a temperatura constante. La ley dice que: “La presión ejercida por una fuerza física es inversamente proporcional al volumen de una masa gaseosa, siempre y cuando su temperatura se mantenga constante”.
<b>Ohm u ohmio</b>	(símbolo $\Omega$ ) es la unidad derivada de resistencia eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades. Su nombre se deriva del apellido del físico alemán Georg Simon Ohm, autor de la Ley de Ohm
<b>Pre- frágil</b>	Estado intermedio entre la robustez y la fragilidad
<b>Prevalencia</b>	Proporción de individuos en una población que padecen una enfermedad en un periodo de tiempo determinado.
<b>Sarcopenia:</b>	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.
<b>Segmómetro</b>	Instrumento estándar de precisión milimétrica para medir longitudes que fue elaborado de un prototipo retráctil para los ingenieros usado en Nigeria por la Dra. Linda Blade.
<b>Xerostomía:</b>	sensación subjetiva de sequedad de la boca por mal funcionamiento de las glándulas salivales

## BIBLIOGRAFIA

1. Gutiérrez JP, R.-D.J., Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, Romero-Martínez M, Hernández-Ávila M. , Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012.Resultados Nacionales., 2012, Instituto Nacional de Salud Pública (MX);: Cuernavaca, México:.
2. INEGI 2010 [cited 2012 [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)].
3. Shamah-Levy T, V.-H.S., Rivera-Dommarco JA. , Resultados de Nutrición de la ENSANUT 2006., 2007, Instituto Nacional de Salud Pública: Cuernavaca, México.
4. Alvero Cruz J R, C.A.M.D., Herrero de Lucas A, Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. . Archivos de medicina del deporte 2009. **26**(131): p. 166-179.
5. Mataix V J, L.J.M., Valoración del estado nutricional in Nutrición y alimentación humana Oceano-ergon España p. 752-769.
6. Mataix V J, R.U.R., Edad avanzada in Nutrición y alimentación Humana Oceano/Ergon, Editor: España p. 884-901.
7. Rosenberg, I.H., Sarcopenia: origins and clinical relevance. J Nutr, 1997. **127**(5 Suppl): p. 990S-991S.
8. Marini, E., et al., The potential of classic and specific bioelectrical impedance vector analysis for the assessment of sarcopenia and sarcopenic obesity. Clin Interv Aging, 2012. **7**: p. 585-91.
9. Carrillo Espera E, M.B.J., Pérez P C, Carrillo C U G., Fragilidad y sarcopenia Facmed 2011. **5**(5): p. 60.
10. Shen W, S.-O., Wang Z, Heymsfield S B. , Estudio de la composición corporal: generalidades, in Composición Corporal, M.-H. Interamericana, Editor 2005 México p. 3-14
11. Huerta H R, E.-R.J., Urquidez R, Pacheco B I, Valencia M E, Alemán-Mateo H, Validez de una ecuación basada en antropometría para estimar la grasa corporal en adultos mayores. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION, 2007. **57** (4): p. 57-365.
12. Ruiz L M D, M.-L.R.A., Nutrición y envejecimiento, in Tratado de nutrición 2010. p. 319-343.

13. Panamericana, G.A.d.E.E.M., Nutrición Humana en el Estado de la salud Tratado de nutrición, ed. t. III2010.
14. Ávila-Funes J A, A.-N.S.M.-C.E., La fragilidad, concepto enigmático y controvertido de la geriatría. La vision biológica Gac Méd Méx 2008. **144**(3): p. 255-262.
15. Encuesta Nacional De La Dinamica Demorafica (ENADID). 2009 [www.inegi.org.mx/enadid/2009](http://www.inegi.org.mx/enadid/2009)].
16. El envejecimiento de la población en México Transición demográfica de México Consejo Nacional de la Población el envejecimiento de la población en Mexico 2005. 2011 [cited 2013 2005].
17. Indicadores Sociodemográficos de México (1930-2000). - 1930-2012 - .Esperanza de vida - género entidad federativa. 2012.
18. Clark P, C.F., Vázquez M J L. 2, Epidemiología, costos y carga de la osteoporosis en México. RevMetab Óseo y Min, 2010. **8**(5): p. 151-161.
19. INSP, ENSANUT 2012 (Encuesta Nacional de Salud y Nutrción) 2012.
20. Fregonesse, T.B., M.; Novaes, J.S.; Oliveira, R.J.; Melo, G.F., recisión del método de Bioimpedancia en la evaluación de la composición corporal en mujeres brasileñas menopausadas. Fitness & Performance 2003. **2**(2): p. 97-102.
21. Baumgartner, R.N., et al., Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. Am J Epidemiol, 1998. **147**(8): p. 755-63.
22. Gutierrez -Robledo LM, L.-M.C., Nutrición en el ancinao in Nutriología médica Panamericana, Editor 2001: Mexico p. 154-174.
23. M, M.-Á., Fragilidad y otros síndromes geriátricos. medigraphic, 2010. **5** (2): p. 66-78.
24. Chumlea, W.C., et al., Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. Int J Obes Relat Metab Disord, 2002. **26**(12): p. 1596-609.
25. Janssen, I., S.B. Heymsfield, and R. Ross, Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. J Am Geriatr Soc, 2002. **50**(5): p. 889-96.
26. Heymsfield, S.B., et al., Appendicular skeletal muscle mass: measurement by dual-photon absorptiometry. Am J Clin Nutr, 1990. **52**(2): p. 214-8.

27. Velázquez Alva, Técnicas de evaluación de composición corporal en obesidad. *Arq Sanny Pesq Saúde*, 2008. **1**(2): p. 141-154.
28. Alemán-Mateo H, E.-R.J., Valencia ME., Antropometría y composición corporal en personas mayores de 60 años. Importancia de la actividad física. *Salud Publica*, 1999. **41**: p. 309-316.
29. Guo, S.S., et al., Aging, body composition, and lifestyle: the Fels Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr*, 1999. **70**(3): p. 405-11.
30. Siervogel, R.M., et al., Adult changes in body composition are associated with changes in cholesterol levels: the Fels longitudinal study. *Appl Radiat Isot*, 1998. **49**(5-6): p. 727-9.
31. Evans, W.J., What is sarcopenia? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 1995. **50 Spec No**: p. 5-8.
32. M.N.H. Fernández Cortes Trinidad L., L.N.T.G.A.R., M. en C. Porta Lezama Miroslava, Valoración Antropométrica, in *Evaluación del estado de nutrición del adulto mayor U.A.d.E.d. Hidalgo*, Editor 2013: México
33. Chumlea WC, R., Mukherjee, , *Nutritional Assessment of the elderly through anthropometry*. Ross laboratories 1984.
34. Suverza F, H.N.K., *El ABCD de la evaluación del estado de nutrición Antropometria y composición corporal* ed. McGrawHill 2010, México McGrawHill. 313.
35. Borba de Amorim R, C.S.C.M.A., Borges de Souza-Júnior P R, Corrêa da Mota J, González H C., Medidas de estimación de la estatura aplicadas al índice de masa corporal (IMC) en la evaluación del estado nutricional de adultos mayores. *ChilNutr*, 2008. **35**(1): p. 772-779.
36. *Guía Clínica para Atención Primaria a las Personas Adultas Mayores. Módulo 5. Valoración Nutricional del Adulto Mayor*, 2002, Organización Panamericana de la Salud (OPS). Washington, DC.
37. Sánchez-García, s.G.-p., c.; Duque-lópez, mx.; Juárez-Cedillo, t.; Cortés-Núñez, ar.; Reyes-Beaman, S. , "anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *bmc public health*, 2007. **7**(2).
38. AR, F., *Anthropometric standars for the assessment of growth and nutritional status* ann Arbor University of Michigan Press, 1999.

39. Stenholm, S., et al., Sarcopenic obesity: definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2008. **11**(6): p. 693-700.
40. Okuno J, T.S., Yanagi H., Correlation between vitamin D and functional capacity, physical function among Japanese frail elderly living in the community. *Nippon Ronen Igakkai Zasshi*, 2007(44): p. 634-640.
41. Alemán-Mateo H, P.F., Los indicadores del estado de nutrición y el proceso de envejecimiento. *Nutrición Clínica*, 2003. **6**(1): p. 46-52.
42. Cruz Jentoft A , B.J.P., Bauer J.M, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin F.C, Michel J, Rolland Y, Schneider S.M, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M, Sarcopenia: consenso europeo sobre su definición y diagnóstico *Oxford Journals* 2010. **39** (4): p. 412-423.
43. Ávila-Funes J A, A.-N.S., El síndrome de fragilidad en el adulto mayor in *Antología Salud del Ancian f.d.m. Departamento de salud publica, UNAM Editor* 2007: México
44. Morley J E, H.M.T., Rolland Y, Jong K M, Fragilidad. *Clinicas Médicas de Norteamérica* 2006: p. 837 – 847.
45. Fried, L.P., et al., Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2001. **56**(3): p. M146-56.
46. Lluís Ramos G E, L.R.J.J., Fragilidad en el adulto mayor. Un primer acercamiento. *Rev Cubana Med Gen Integr* 2004. **20**(4).
47. García-González JJ, G.-P.C., Franco-Marina F, Gutiérrez-Robledo L M. *BMC Geriatrics* 2009, 9:47, A frailty index to predict the mortality risk in a population of senior Mexican adults *BMC Geriatrics* 2009. **9**(47).
48. Roubenoff, R., Sarcopenic obesity: the confluence of two epidemics. *Obes Res*, 2004. **12**(6): p. 887-8.
49. Roubenoff, R., Rall lc, Veldhuis J D, Kehayias J J, Rosen C, Nicolson M, Lundgren N, Reichlin S., The Relationship Between Growth Hormone Kinetics and Sarcopenia in Postmenopausal Women: The Role of Fat Mass and Leptin *J. Clin Endocrinol Metab* 1998. **83**(5): p. 1502-6.
50. Bross R, J.M., Bhasin Anabolic Interventions for Age-Associated Sarcopenia *J. Clin Endocrinol Metab*, 1999. **84**(10): p. 3420-30.

51. Payette H, R.R., Jacques P F, Dinarello C A, Wilson P W, Abad L W, Harris T, Insulin-Like Growth Factor -1 and Interleikin 6 Predic Sarcopenia in Very Old Community- Lining Men and Women: the framin gham Heart Study J Am Geriatric Soc., 2003. **51**(9): p. 1237-43.
52. Walston J, M.M., Newman A, Tracy RP, Kop WJ, Hirsch CH, et al., Frailty and activation of the inflammation and coagulation systems with and without clinical comorbidities: results from the Cardiovascular Health Study. Arch Intern Med., 2002. **162**(2333-41).
53. Delmonico MJ, H.T., Lee JS, Visser M, Nevitt M, Kritcheusky SB, Tylavsky FA, Newman AB, Alternative definitions of sarcopenia lower extremity performance and functional impairment with aging in older men and women J A Geriatric Soc., 2007. **55**: p. 769-774.
54. Davison KK, F.E., Cogswell M, Dietz W. , Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility limitations in people aged 70 and older from NHANES III. J Am Geriatr Soc, 2002. **50**: p. 1802–1809 [PubMed: 12410898].
55. Borkan, G.A., et al., Age changes in body composition revealed by computed tomography. J Gerontol, 1983. **38**(6): p. 673-7.
56. Cesari, M., et al., Sarcopenia, obesity, and inflammation--results from the Trial of Angiotensin Converting Enzyme Inhibition and Novel Cardiovascular Risk Factors study. Am J Clin Nutr, 2005. **82**(2): p. 428-34.
57. Schragger, M.A., et al., Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. J Appl Physiol, 2007. **102**(3): p. 919-25.
58. Wang Z M, H., Pierson R N, Heymsfiel S B. , Sistematic organization of body-composition methodology: an overview with emphasis on component-based methods. . AJCN, 1995. **61**(457-65).
59. Espinisa-Cuevas M A, R.-R.L.R., Gonzalez-Medina E C, Atilano-Carsi X, Miranda-Alatraste P, Correa-Roter R. , Vectores de la impedancia bioeléctrica para la composición corporal en población mexicana Revita de Investigación Clinica 2007. **59**(1): p. 15-24.

60. Aleman-Mateo, H., et al., Body composition by the four-compartment model: validity of the BOD POD for assessing body fat in Mexican elderly. *Eur J Clin Nutr*, 2007. **61**(7): p. 830-6.
61. Baumgartner, R.N., et al., Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. *Am J Clin Nutr*, 1991. **53**(6): p. 1345-53.
62. Sh., C.C.a.S.S., *Bioelectrical Impedance Analysis., H.B. Composition., Editor* 2005. p. 79-88.
63. . National Institutes of Health. Technology Assessment Conference Statement. *Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement, 1994: USA*
64. Kushner FR, K.A., Alspaugh M, Andronis TP, Leite AC and Scoeller AD. , Validation of bioelectrical-impedance analysis as a measurement of change in body composition in obesity. . *Am J Clin Nutr*, 1990. **52**: p. 219-223.
65. Zepeda MA, V.-A.M., Irigoyen ME. , Técnica de impedancia bioeléctrica: fundamentos teórico-metodológicos para el estudio de la composición corporal. *Nutrición Clínica*, 2001. **4**: p. 29-35.
66. Jebb, S., Cole, TJ, Doman, D, Murgatroyd, PR, Prentice, AM. , Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a fourcompartment model *Br J Nutr.*, 2000. **83**: p. 115-122.
67. Houtkooper LB, L.T., Going SB, Howell WH. , Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr*, 1996. **64 Suppl**: p. S43-48.
68. Chouinard EL, S.A., WatrasCA, Clark RR, Close RN and CA Buchholz,, Bioelectrical Impedance vs. Four-compartment Model to Assess Body Fat Change in Overweight Adults. *Obesity*, 2007. **15**: p. 85-92.
69. Goodpaster BH, C.C.L., Visser M, et al. , Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly:Tha Health ABC Study. *J Appl Physiol* 2001. **90**: p. 2157-2165.
70. Goospaster B H, P.S.W., Harris T B, et al. , The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: Tha Health, aging and Body Composition Study. *J. Gerontol ABiol Sci Med Sci* 2006(61): p. 1059-1064.

71. Mokdad, A.H., et al., The continuing epidemics of obesity and diabetes in the United States. *JAMA*, 2001. **286**(10): p. 1195-200.
72. Sakuma, K. and A. Yamaguchi, Sarcopenic obesity and endocrinal adaptation with age. *Int J Endocrinol*, 2013. **2013**: p. 204164.
73. G.B., F., Human body composition New York: Springer-Verlag 1987.
74. Lukaski, H.C., Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *American Journal of clinical Nutrition* 1987. **46**: p. 537-556.
75. Velázquez Alva M C, I.C.M.E., Delgadillo-Velázquez J., Sarcopenia y nutricion: evidencias de su interaccion in *Nutricion humana para la salud y el desarrollo* 2012: México p. 5-18.
76. Alva V. Aspectos epidemiologicos de la sarcopenia in Programa académico ALMA Cancún 2011. Cancún México Universidad Automoma Metropolitana
77. FB, B., Tendencias actuales en la valoracion antropometrica del anciano *Rev. Fac Med Univ Nc Colombia* 2006. **54**: p. 283-289.
78. Frisancho AR, Anthropometric standars for the asseement of growth and nutritional status 1999, México McGraw Hill.
79. Villarino RA, G.-L.M., Garcia Fernandez, Garcia-Arias EvaluaciónDietetica y parametros bioquimicos de minerales en un colectivo de ancianos de la provincia de Leon España *Nutr Hosp*, 2003. **8**: p. 39-45.
80. Volpi, E., R. Nazemi, and S. Fujita, Muscle tissue changes with aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2004. **7**(4): p. 405-10.
81. Evans, W.J., Funtional and Metabolic Consequences of Sarcopenia *J Nutr* 1997. **127**(5): p. 998S-1003S.
82. Garry PJ, W.S., Vellas B. , The New Mexico aging process study, A longitudinal study of nutrition. *Health and Aging*, 2007. **11**: p. 125-30.
83. Johnson CS, M.A., MCLeod W. , Nutritional, functional and psychosocial correlates of disability among older adults. *Am J Clin Nutr*, 2006. **10**: p. 124-50.
84. Guo S, C.C., Cockram. , Use of statistical methods to estimate body composition. *Am J Clin Nutr*, 1996. **64**: p. 428-35.

85. Frontera WR, M.C., O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. . Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*, 1998. **64**: p. 1033-44.
86. Henwood TR, T.D., Detraining and retraining in older adults following long-term muscle power or muscle strength specific training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 2008. **63**: p. 751-8.
87. Lang T, S.T., Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. , Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. 2010. **21**: p. 543-59.