



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

**“Relación de la velocidad de la marcha con la
obesidad dinapénica y relación de la circunferencia
media del brazo con obesidad sarcopénica en adultos
mayores ambulatorios”**

Tesis que para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS Y DE LA SALUD

Presenta:

L.G. CHRISTIAN JAZMÍN FLORES PÉREZ

Director de Tesis:

Dr. MARCOS M. GALVÁN GARCÍA

Co-directora:

Dra. LILIA V. CASTRO PORRAS

San Agustín Tlaxiaca, Hgo. a Agosto de 2022



01/agosto/2022
 AAM/MCBS/097/2022

Asunto: Asignación de Jurado de Examen

Christian Jazmín Flores Pérez
Alumna de la Maestría en Ciencias Biomédicas y de la Salud

Por este conducto le comunico el jurado que le fue asignado a su Tesis titulada "Relación de la velocidad de la marcha con la obesidad dinapénica y relación de la circunferencia media del brazo con obesidad sarcopénica en adultos mayores ambulatorios" 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 Dra. Guadalupe López Rodríguez
- PRIMER VOCAL Dr. Marcos Marcelo Galván García
- SECRETARIO Dra. Lilia Virginia Castro Porras
- SUPLENTE Dra. Jeannett Alejandra Izquierdo Vega
- SUPLENTE Dra. Diana Patricia Olivo Ramírez

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

Atentamente
 "AMOR, ORDEN Y PROGRESO"

M.C. ESP. ADRIAN MOYA ESCALERA
 DIRECTOR



DRA. LYDIA LÓPEZ PONTIGO
 COORDINADORA DE POSGRADO ICSA

DR. MANUEL SÁNCHEZ GUTIÉRREZ
 COORDINADOR DEL PROGRAMA

Circuito ex-Hacienda La Concepción s/n Carretera
 Pachuca Actopan, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo,
 México. C.P. 42160
 Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 4308,2361,4346,4310
 medicina@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 7772021 y CVU 1077203.

Agradezco a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y al Instituto de Ciencias de la Salud (ICSA) por el espacio y la oportunidad de realizar la Maestría de Ciencias Biomédicas y de la Salud, especialmente al grupo de académicos que la integran.

Un agradecimiento especial a los Centros Geriátricos Integrales del Instituto para la Atención de los Adultos Mayores de Hidalgo de los municipios de Pachuca, Tizayuca y Apan, así como al equipo de investigación del Cuerpo Académico de Epidemiología Nutricional, que coordina el Dr. Marcos Galván García, por brindarme la confianza de compartirme los datos para esta tesis.

Así mismo quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de México (UNAM) del programa de maestría y doctorado en Ciencias Médicas y Odontológicas y de la Salud, por aceptarme como oyente en las clases de “Bioestadística Básica” y “Manejo de STATA” impartida por Dra. Lilia V. Castro Porras; “Estadística Avanzada” impartida por el Dr. Ricardo Orozco Zavala y “Modelos de Regresión” impartida por la Dra. María Consuelo Escamilla Núñez.

AGRADECIMIENTOS

En el transcurso del desarrollo de esta tesis, diferentes personalidades contribuyeron académicamente y emocionalmente, de las cuales me gustaría expresar mi agradecimiento.

A mis directores de tesis, el Dr. Marcos Galván y la Dra. Lilia Castro, por incentivar me para incursionar en la participación de congresos, escritura de un artículo de divulgación y principalmente en la escritura de esta tesis, así como a la Dra. Jeannett Alejandra Izquierdo Vega, Dra. Guadalupe López Rodríguez, Dra. Diana Patricia Olivo Ramírez y al Coordinador de la Maestría en Ciencias Biomédicas y de la Salud, el Dr. Manuel Sánchez Gutiérrez, por su apoyo y enseñanzas para elaborar este trabajo.

También, quiero expresar mi agradecimiento a mi padre y madre (Enrique Flores Cervantes, Elvia Margarita Pérez García) y hermanas (Elvia Rubí Flores Pérez, Abril Flores Pérez), quienes siempre han creído en mí y me alientan para crecer profesionalmente. Así mismo, expreso mi agradecimiento con cariño, al Mtro. Daniel Alejandro Vargas Arce por su compañía y apoyo en el transcurso de esta maestría, al igual que a su familia.

Al C.D. Francisco, Q. A. Carolina, L.N Vianey, L.B. Efrén y la M.C. Esmeralda, por su amistad y apoyo en las aplicaciones del estudio.

Por último y no menos importante, quiero extender mi agradecimiento al Dr. Miguel Ángel de la Fuente López, por incentivar me a estudiar la maestría en Ciencia Biomédicas y de la Salud de la UAEH.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ABREVIATURAS	X
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. ANTECEDENTES	4
2.1 Generalidades	4
2.1.1 Adulto mayor	4
2.1.1.1 Envejecimiento poblacional.....	4
2.1.1.2 Situación de nutrición del adulto mayor.....	5
2.1.1.3 Indicadores del estado de nutrición del adulto mayor.....	7
2.1.2 Sarcopenia.....	9
2.1.2.1 Etiología de la sarcopenia	10
2.1.2.2 Métodos de evaluación de la sarcopenia	11
2.1.3 Dinapenia	14
2.1.3.1 Etiología de la dinapenia	15
2.1.3.2 Métodos de evaluación de la dinapenia.....	16
2.1.4 Disociación entre dinapenia y sarcopenia.....	17
2.1.5 Obesidad en el adulto mayor	18
2.1.5.1 Fisiología de la obesidad	19
2.1.6 Obesidad dinapénica	20
2.1.6.1 Evaluación de la obesidad dinapénica.....	20
2.1.7 Obesidad sarcopénica.....	22
2.1.7.1 Evaluación de la obesidad sarcopénica	23
2.1.8 Disociación entre la obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica	25
2.1.8.1 Marco conceptual de la obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica.....	26
2.1.9 Indicadores de riesgo de obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica	27

2.2 Antecedentes del problema	28
2.2.1 Velocidad de la marcha y su asociación con factores de vulnerabilidad en el adulto mayor.....	28
2.2.2 Circunferencia media del brazo y asociación con factores de vulnerabilidad en el adulto mayor.....	30
2.2.3 Obesidad sarcopénica y asociación con factores de vulnerabilidad en el adulto mayor.	31
2.2.4 Obesidad dinapénica y asociación con factores de vulnerabilidad en el adulto mayor.	32
2.3 Planteamiento del problema.....	34
III. JUSTIFICACIÓN:	35
IV. HIPÓTESIS:	35
V. OBJETIVOS.....	36
5.1 Objetivo General:	36
5.2 Objetivos específicos:	36
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	37
6.1 Tipo y diseño de estudio.	37
6.2 Selección de la población, criterios de inclusión y exclusión.....	37
6.3 Tamaño de muestra y muestreo	38
6.4 Definición de variables.....	39
6.5 Diagrama de diseño experimental	41
6.6 Instrumentos de recolección	42
6.6.1 Procedimientos.....	42
6.6.2 Encuesta sociodemográfica	43
6.6.3 Medición de peso y talla.....	43
6.6.4 Medición de la circunferencia media del brazo y de pantorrilla.....	43
6.6.5 Evaluación de la composición corporal.....	44
6.6.6 Valoración de la fuerza muscular.....	45
6.6.7 Valoración de la velocidad de la marcha.....	45
6.7 Aspectos éticos	46
6.8 Análisis estadístico	46
VII. RESULTADOS.....	47

7.1 Características sociodemográficas, antropométricas y funcionales del adulto mayor.	47
7.2 Asociación de la velocidad de la marcha con obesidad dinapénica	50
7.2.1 Evaluación del modelo de asociación de velocidad de la marcha con obesidad dinapénica.....	51
7.3 Asociación de la circunferencia media del brazo con obesidad sarcopénica.	52
VIII DISCUSIÓN.....	54
8.1 Composición corporal, diagnóstico de obesidad dinapénica y sarcopénica en el adulto mayor.	54
8.2 Velocidad de la marcha disminuida y su relación con la obesidad dinapénica.....	55
8.3 La circunferencia media del brazo y su relación con la obesidad sarcopénica	57
8.4 Disociación entre la obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica en adultos mayores ambulatorios.....	58
IX. CONCLUSIONES	60
X. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES	63
XI. REFERENCIAS.....	64
XII. ANEXOS.....	80
Anexo I. Consentimiento informado	
Anexo II. Formato de identificación	
Anexo III. Artículo de divulgación	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Algoritmo para la evaluación de sarcopenia de acuerdo a la EWGSOP.....	11
Figura 2. Marco conceptual del desarrollo de obesidad dinapénica y obesidad sarcopenica en personas adultas mayores	26
Figura 3. Selección de la muestra.....	38
Figura 4. Diagrama del diseño experimental.....	41
Figura 5. Puntos extremos del modelo de asociación de velocidad de la marcha y obesidad dinapénica.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de diagnóstico de la sarcopenia	13
Tabla 2. Mediciones y puntos de corte recomendados para sarcopenia, dinapenia y obesidad según las actuales definiciones de consenso para estudios de sarcopenia (EWGSOP) y obesidad sarcopénica.....	21
Tabla 3. Variables dependientes e independientes del estudio.....	39
Tabla 4. Características sociodemográficas y antropométricas de adultos mayores ambulatorios	48
Tabla 5. Diagnóstico de obesidad, velocidad de la marcha disminuida, sarcopenia, dinapenia, obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica de los adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo	49
Tabla 6. Modelos probados de asociación entre la velocidad de la marcha y obesidad dinapénica de los adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo, ajustados por variables de interés	50
Tabla 7. Asociación entre la velocidad de la marcha y la obesidad dinapénica en adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo	51
Tabla 8. Modelos probados de asociación entre la circunferencia media del brazo (CmB) y obesidad sarcopénica de los adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo, ajustados por variables de interés.....	53
Tabla 9. Asociación entre la circunferencia media del brazo y la obesidad sarcopénica en adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo	53

ABREVIATURAS

AM: Adulto mayor

BIA: Bioimpedancia

CC: Circunferencia de la cintura

CGI: Centros gerontológicos integrales

CmB: Circunferencia media del brazo

CNDH: Comisión nacional de los derechos humanos

CP: Circunferencia de pantorrilla

DXA: Absorciometría de rayos X de energía dual

EWGSOP: *European working group on sarcopenia in older people*

ESPEN: *Early career faculty the european society for clinical nutrition and metabolism*

FNIHSP: *Foundation for the national institutes of health sarcopenia project*

IMC: Índice de masa corporal

IMME: Índice de masa músculo esquelético

INEGI: Instituto nacional de estadística, geografía e información

IWGS: *International working group on sarcopenia*

IMMM: Índice de masa magra muscular

MG: Masa grasa

MLG: Masa libre de grasa

MMAE: Masa muscular apendicular

MNA: *Mini nutritional assessment*

NHANES: *National health and nutrition examination survey*

OMS: Organización mundial de la salud

OD: Obesidad dinapénica

OS: Obesidad sarcopénica

PC: Peso corporal

SPPB: *Short physical performance battery*

%MG: porcentaje de masa grasa

TA: Talla

VM: Velocidad de la marcha

RESUMEN

La obesidad dinapénica (OD) y la obesidad sarcopénica (OS), son enfermedades distinguidas por cambios en la fuerza (dinapenia) y masa muscular esquelética (sarcopenia) en conjunto con un incremento en la grasa corporal, las cuales representan un problema de salud pública ya que pueden ser detonadores de enfermedades crónico degenerativas como hipertensión, diabetes, demencia, entre otras. El objetivo de este estudio fue estimar la relación entre la velocidad de la marcha (VM) y OD, así como la relación entre la circunferencia media del brazo (CmB) con la OS en una muestra de adultos mayores (AM) ambulatorios. Este estudio incluyó a 126 participantes de 60 a 89 años de edad (IC 95%= 76,77), de los cuales 99 fueron mujeres y 27 hombres. Para diagnosticar la OS y OD se utilizaron los criterios propuestos por la *European working group on sarcopenia in older people* (EWGSOP). En el análisis descriptivo se encontró que el 80.8% tenía obesidad, el 34.40% una VM disminuida, el 43.20% con OD y el 3.20% con OS. Para estimar las asociaciones entre la VM con la OD y la OS con la CmB se desarrollaron modelos de regresión logística controlado por variables de interés; el primer modelo entre la VM disminuida y la OD, se encontró un riesgo 3,4 ($p < 0.010$); mientras que la CmB y la OS tuvo una relación de -0.22 ($p > 0.005$). En conclusión, la VM disminuida triplica el riesgo de OD mientras que la CmB se desempeñó como variable protectora de OS en los adultos mayores de este estudio.

Palabras clave:

Dinapenia, Sarcopenia, Obesidad, Velocidad de la marcha, Circunferencia media del brazo, Adulto mayor.

ABSTRACT

Dynapenic obesity (DO) and sarcopenic obesity (SO) are diseases distinguished by changes in strength (dynapenia) and skeletal muscle mass (sarcopenia) together with an increase in body fat, which represent a current and future public health problem since they have been found to be triggers of chronic degenerative diseases such as hypertension, diabetes, dementia, among others. The aim of this study was to estimate the relationship between gait velocity (GS) and DO, as well as the relationship between mid-arm circumference (MAC) and OS in sample of older adults (OA). This study included 126 participants aged 60 to 89 years (95% CI= 76.77), of whom 99 are female and 27 are male. The criteria proposed by the *European working group on sarcopenia in older people (EWGSOP)* were used to diagnose SO and DO. In the descriptive analysis, 80.8% were found to have obesity, 34.40% with decreased GS, 43.20% with DO and 3.20% with OS. To estimate associations between GS with DO and SO with MAC, logistic regression models controlled by variables of interest were developed; the first model between GS and DO, a risk 3.4 ($p < 0.010$) was found; while MAC and SO had a relationship of -0.22 ($p > 0.005$). In conclusion, decreased GS triples the risk of DO while MAC performed as a protective variable for SO in the older adults in this study.

Keywords:

Obesity, Dynapenia, Sarcopenia, Gait velocity, Mid-arm circumference, Older adult.

I. INTRODUCCIÓN

La OD y la OS son términos utilizados para describir la reducción de la fuerza muscular y masa muscular combinada con la obesidad, siendo relacionadas con factores de vulnerabilidad en el envejecimiento como la resistencia a la insulina, cambios hormonales, desnutrición, disminución de la densidad mineral ósea, el riesgo de caídas entre otras (1–5). Al mismo tiempo, la estructura y la función del sistema nervioso disminuyen y repercuten en la fuerza intrínseca del sistema musculoesquelético, lo que provoca mayor pérdida de fuerza y masa muscular, contribuyendo aún más al debilitamiento muscular y a la disfunción motora (6,7). Por otra parte, el aumento de citocinas proinflamatorias ocasionados por la obesidad puede exacerbar el proceso de dinapenia y sarcopenia (8,9). Se ha encontrado que la evaluación de la VM y CmB pueden ser indicadores de problemas nutricionales y funcionales como la fragilidad en el AM.

En el primer apartado del presente documento (en el que se da sustento teórico a la presente investigación), se describe como se desencadena la OD y la OS, así como los diferentes métodos de evaluación que se han utilizado para su diagnóstico en AM. Posteriormente se describen los factores de vulnerabilidad asociados a estas enfermedades entre las cuales se especifica la VM y la CmB que juega un papel importante en el proceso fisiopatológico de las principales variables del estudio, OD y OS (5,10–12). Algunos estudios describen que la disminución de la VM (13,14) y la CmB (15,16) pueden ser indicadores de riesgo de fragilidad y desnutrición en el adulto mayor, siendo en el tercer apartado de mi investigación, donde se presenta la justificación, el cuarto describe las hipótesis probadas, el quinto señala los objetivos (general y específicos), el sexto menciona los materiales y métodos utilizados, el séptimo muestra los resultados obtenidos de la muestra estudiada, el octavo se encuentra la discusión de los datos reportados y la última sección proporciona las conclusiones, limitaciones y recomendaciones para futuros estudios.

II. ANTECEDENTES

2.1 Generalidades

2.1.1 Adulto mayor

De acuerdo con la Organización mundial de la salud (OMS) (17) y la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH) (18) se ha determinado que el adulto mayor (AM) es aquella persona mayor de 60 años; sin embargo, esta etapa se subdivide en diferentes categorías las cuales comprenden de la tercera edad: 60–74 años, cuarta edad: 75-89 años, longevos: 90-99 años y centenarios: > 100 años según los criterios propuestos por la OMS (19), siendo considerada la última etapa de la vida. Aunado a esto, los AM constituyen uno de los grupos poblacionales con mayor grado de vulnerabilidad, debido a sus características biológicas que están determinadas por una gran variedad de daños moleculares y celulares a lo largo del envejecimiento (proceso que inicia desde el nacimiento y termina con la muerte) lo que lleva un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, provocando un aumento del riesgo de morbilidades y mortalidad (20).

2.1.1.1 Envejecimiento poblacional

La transición demográfica es caracterizada por el descenso importante de la mortalidad y natalidad (21) siendo el proceso de envejecimiento un reflejo de los cambios en la sociedad ya que en el último informe mundial sobre el envejecimiento y la salud del 2015 (17), se registró una población de 901 millones de AM, estimando que para el 2030 sea de 1,400 millones y 2100 millones para el 2050. Se estima que para el 2050 una de cada seis personas en el mundo tendrá más de 65 años proyectándose un aumento de 426 millones, en comparación con una de cada 11 personas en el 2019, siendo las regiones menos desarrolladas como América Latina y el Caribe más afectadas (22–24), ya que se espera que en el año 2075 la población de personas mayores será aún más acentuada que la población de niños (21).

En México, este proceso de transición comenzó desde los años treinta donde se observaron elevados índices de natalidad, mientras que en los años setenta hubo un descenso de

fecundidad, lo que dio como resultado el aumento de la población de AM (25); por lo que la pirámide poblacional se puede visualizar con una base reducida con incremento en el centro y parte alta de la misma, por lo que hoy en día los adultos de 60 años y más representan el 12.0% de la población mexicana de las cuales el 45.5% es perteneciente a los hombres y 54.2% a las mujeres (26,27). En cuanto al estado de Hidalgo, de acuerdo con las cifras del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Investigación (INEGI) 2020, existe una población de 3,082,841 habitantes, de los cuales 9,8% de la población son personas de 60 años y más (28). El aumento considerable de esta población, constituye un reto para la sociedad en materia de salud, seguridad, participación social y capacidad funcional (23).

2.1.1.2 Situación de nutrición del adulto mayor

El estado de salud del AM, a nivel nutricional se basa en el equilibrio entre la ingesta de nutrientes y el gasto energético las cuales están determinadas por una dieta balanceada, y ejercicio físico regular, siendo elementos clave para gozar de una salud óptima (29); sin embargo, en el proceso de envejecimiento existen una serie de cambios físicos, mentales, fisiológicos y psicosociales que pueden dificultar la salud nutricional de este grupo de etario (30). Estos cambios, generan el riesgo de padecer algún tipo de desnutrición que afecta los hábitos alimentarios al reducir la cantidad, calidad y los tiempos de ingesta, ocasionando que AM pueda presentar alteraciones nutricias por motivos como el duelo, aislamiento social o el padecimiento de alguna enfermedad (artritis, enfermedades respiratorias, accidentes cerebrovasculares, sarcopenia, depresión y demencia) que lo incapacite para comprar y realizar su comidas (31).

Uno de los cambios fisiológicos que se presentan en el envejecimiento es la digestión y el metabolismo, este inicia en el momento en que los alimentos son llevados a la boca para ser masticados y lubricados con la saliva para con ello generar un bolo alimenticio, mismo que se transfiere a la faringe y por consiguiente al esófago, el cual a través de movimiento peristálticos llega al estómago; sin embargo, en el envejecimiento este proceso se puede ver lentificado, sobre todo en la etapa faríngea y esofágica provocando un aumento de disfagia y aspiraciones, las cuales pueden aumentar con la presencia de enfermedades neurológicas y musculoesqueléticas (32,33). Por otro lado la capacidad del estómago y ácido gástrico

disminuye con el tiempo lo que provoca una disminución en el tiempo de vaciado, ocasionado sensación de náuseas y reflujo (31); a su vez el pH del intestino acota las vellosidades del intestino delgado, dificultando la absorción de nutrientes (34).

La falta de nutrientes en el envejecimiento es uno de los principales elementos que impactan la vulnerabilidad de esta población dado que la desnutrición se encuentra asociada a la presencia de enfermedades como resultado de la ocurrencia de periodos de emaciación o deficiencia energética (35). Un ejemplo es la deficiencia de vitaminas como B12, dificultando actividades cotidianas como caminar, hormigueo en diferentes partes del cuerpo, entumecimiento de manos y pies, fatiga, dificultad para respirar, pérdida de apetito, dolor en las articulaciones, depresión, pérdida del gusto y del olfato, deterioro cognitivo y demencia (34).

En el caso de la deficiencia de vitamina D, se ha relacionado con el proceso de cambio de composición corporal en el AM (36). Esta vitamina es necesaria para preservar la homeostasis mineral y la salud ósea así como para mantener el rendimiento del músculo esquelético (35). La deficiencia de vitamina D es común dentro de esta población, debido a factores ambientales y biológicos, ya que al reducir la movilidad y limitación al tiempo de exposición al sol el cuerpo no logra sintetizar esta vitamina; al mismo tiempo, a medida que avanza el envejecimiento, la resistencia intestinal a la vitamina D altera la captación de calcio aumentando la susceptibilidad a enfermedades como la osteoporosis, siendo uno de los principales desencadenantes de fracturas a consecuencia de las caídas (35).

Los cambios en la composición corporal en el envejecimiento, se atribuyen a factores hormonales, inflamatorios, dietéticos y de estilo de vida (36). En esta población, el peso corporal (PC) tiende a mantenerse o verse disminuido, produciendo cambios en diferentes componentes como el tejido graso que se redistribuye y localiza a nivel intra abdominal; este cambio en la redistribución de la grasa en la zona visceral del cuerpo humano está representado por el 15-20 % debido a las reservas totales de la grasa, la cual expande la circunferencia de la cintura (CC) y reduce la masa muscular (37), esto puede deberse a que en el envejecimiento aumenta la insensibilidad a la insulina al igual que una disminución de hormonas como la leptina y el neuropéptido las cuales alteran la sensación de hambre y que a su vez estimula la oxidación de las grasas e inhibe la ingesta de alimentos, actuando como

una medida interna en el equilibrio energético al interactuar con la sensación de apetito y saciedad en el cerebro, conduciendo a la pérdida progresiva de los efectos hipermetabólicos de esta hormona (6) ocasionando que el adulto mayor pueda llevar un consumo inadecuado o excesivo de calorías (33,36,38). Por otro lado el tejido muscular y óseo tiene una disminución de 1-2 % al año, con una pérdida de fuerza del 1-5 %, aumentando del 3-7% cada año después de los 60 años, esta condición conduce a una reducción la tasa metabólica basal de un 15 % entre los 30 y los 80 años dando como resultado una reducción de las necesidades energéticas de alrededor 150 kcal por día después de los 75 años (31).

Dado que estos cambios en el envejecimiento representan un riesgo para la salud, la evaluación de la composición corporal general, resulta ser un mejor marcador de salud que el peso o hasta el IMC por si solos ya que puede evidenciar con más precisión el estado de salud de esta población envejecida (39).

2.1.1.3 Indicadores del estado de nutrición del adulto mayor

Debido a que en el proceso de envejecimiento existen diversos cambios morfológicos y fisiológicos en el estado nutricional del AM, se considera evaluar indicadores antropométricos, bioquímicos, clínicos y dietéticos para prevenir el riesgo de deficiencias nutricionales y funcionales como la desnutrición y fragilidad (40,41).

Dentro de las herramientas para la evaluación nutricional del AM se considera la historia clínico-nutricional como parte esencial. Incluye los antecedentes personales, hábitos y cualquier factor relacionado con la salud biopsicosocial, los datos clínicos se complementa con una entrevista al AM y a sus familiares enfocada a obtener información de antecedentes médicos, socioculturales y dietéticos (42).

La determinación antropométrica es un método de mínima invasión y bajo costo, aplicable en todo el mundo para evaluar el tamaño, las proporciones y composición del cuerpo humano, permitiendo realizar objetivos clínicos para establecer terapias nutricionales y elaboración de diagnósticos oportunos (43). Las mediciones antropométricas usadas en el adulto mayor son:

- Índice de masa corporal (IMC): < 18.5 Insuficiencia ponderal, 18.5 – 24.9 Intervalo normal, ≥ 25.0 Sobrepeso, 25.0 – 29.9 y ≥ 30 Obesidad (44).

- Porcentaje de masa grasa (%MG): Hombres: < 10% Escasa grasa, 10-15% Delgado, 16-19% Peso normal, 20-25% Sobrepeso y > 25% Obesidad.
Mujeres: < 15% Escasa grasa, 15-20% Delgada, 21-24% Peso normal, 25-30% Sobrepeso y > 30% Obesidad (45).
- Talla (TA): realizar esta medición mediante la fórmula de Chumlea (46), la cual calcula la talla a partir de la medición de rodilla-talón.
Mujeres: $84.88 - 0.24 \times \text{Edad (años)} + 1.83 \times \text{altura de rodilla (cm)}$
Hombres: $64.19 - 0.04 \times \text{Edad (años)} + 2.03 \times \text{altura de rodilla (cm)}$
- Circunferencia de Cintura (C.C): > 88 cm en mujer y > 102 cm en hombre se considera riesgo de obesidad (40).
- Circunferencia media del brazo (CmB): < 21 cm desnutrido, > 22cm saludable (47)
- Circunferencia de pantorrilla (CP): < 31 cm desnutrido, > 31cm saludable (48).

Entre los parámetros bioquímicos a considerar debido a la prevalencia de deficiencias nutricionales en esta etapa son:

- Hemoglobina: < 130 mg/dl para hombres y < 120 mg/dl para mujeres indica anemia.
- Hematocrito: < 44% en hombres y < 41% en mujeres indica anemia.
- Albúmina: < 3.5 g/dl indica desnutrición.
- Perfil lipídico: Colesterol total > 200mg/dl, Triglicéridos > 160 mg/dl indica riesgo cardiometabólico.
- Glucosa: > 124 g/dl indica hiperglucemia y probable hiperinsulinemia (40).
- Creatinina: su porcentaje varía de acuerdo a los análisis de laboratorio, pero su deficiencia indica depleción muscular (27).

Por otro lado, la herramienta de cribado nutricional *Mini Nutritional Assessment* (MNA) validado específicamente para población geriátrica el cual tiene 18 variables agrupadas en 4 áreas, identifica a los pacientes de alto riesgo por lo que cubren diferentes apartados de valoración clínico-nutricional:

- Antropometría: 8 preguntas sobre peso, talla, y pérdida de peso considerando de 2.5 kg en tres meses como predictiva a una discapacidad.
- Situaciones de riesgo.

- Encuesta dietética: 10 preguntas sobre el número de comidas, la ingesta de alimentos y líquidos y la autonomía para comer.
- Autopercepción de salud: 4 preguntas con una puntuación máxima de 30 puntos; por debajo de 17 se considera desnutrición y los valores intermedios son indicativos de riesgo nutricional (40,49,50).

Los AM deben ser evaluados minuciosamente y periódicamente para prevenir alteraciones nutricionales, principalmente en aquellos que ya se encuentran en alto riesgo de padecer enfermedades como la obesidad, sarcopenia, dinapenia o en su caso la convergencia de estas, OS y OD (33).

2.1.2 Sarcopenia

La sarcopenia (término que proviene de dos raíces griegas: *sar*= carne y *penia*= disminución) fue descrita así por primera vez por Rosenberg (51), la cual definió como la debilidad de las extremidades inferiores que se relaciona con la pérdida de masa muscular y estos signos se pueden notar cuando una persona se le dificulta levantarse de una silla y a su vez presenta una disminución en la VM siendo características principales que afectan el equilibrio (52); posteriormente, la EWGSOP, define la sarcopenia como una disminución considerable de masa y fuerza muscular (53). Esta enfermedad se puede clasificar en diferentes estadios los cuales se consideran en tres etapas: pre- sarcopenia, sarcopenia y sarcopenia severa (54) por otro lado, de acuerdo a su etiología se divide en dos categorías, la primaria , que se considera propia de la edad, el estilo de vida sedentario y la secundaria que es cuando es desencadenada como resultado de otra enfermedad (55), como deficiencias metabólicas, fisiológicas, funcionales, cambios hormonales, comorbilidades, factores genéticos, efectos adversos de los fármacos (5,56,57).

La sarcopenia puede ser considerada aguda (< 6 meses), la cual está relacionada con enfermedades o lesiones agudas o en su caso, puede considerarse crónica (\geq 6 meses), relacionada con condiciones progresivas y crónicas que incrementan el riesgo de mortalidad siendo esta distinción necesaria para determinar la velocidad con la que dicha condición se desarrolla o empeora (58).

2.1.2.1 Etiología de la sarcopenia

El AM pasa por una serie de cambios fisiológicos y metabólicos, los cuales alteran su estado de salud; la sarcopenia es una afección altamente asociada con el envejecimiento, ya que está relacionada con la disminución de masa magra del musculo esquelético, de la densidad ósea y aumento de la masa grasa visceral (obesidad sarcopénica) (54).

Algunas alteraciones propias de la sarcopenia son debido a cambios hormonales, donde los glucocorticoides se ven implicados en la aparición de atrofia muscular en el envejecimiento interfiriendo con hormonas anabólicas como la insulina o el factor de crecimiento insulínico 1 (IGF-1), encargadas de la regeneración tisular dónde la ausencia del IGF-1 reduce la expresión de diferentes canales de Ca^{+2} de tipo 1 y de K^{+} involucrados en la debilidad y el desarrollo muscular (59). Por otra parte, las citocinas se ven involucradas de igual forma en el desgaste muscular, ya que su función principal es mediar las defensas del huésped ante estímulos invasivos y a su vez, la regeneración tisular depende del contacto neuronal la cual es influida por citocinas como el factor de crecimiento nervioso y factor neurotrófico ciliar, por lo que en el envejecimiento, la integridad muscular puede verse afectada por episodios repetitivos y acumulativos de reparación tisular incompleta que alteran la síntesis de proteínas y catabolismo (60,61).

La principal característica de la sarcopenia es la reducción de la masa musculo esquelética la cual está constituida por células alargadas (fibras musculares) las cuales están delimitadas por una membrana (sarcolema) con un citoplasma (sarcoplasma) que son las responsables de la contracción muscular por medio de los nervios motores por los cuales se transmiten impulsos nerviosos a través del sistema nervioso central en conjunto con la vascularización esencial para su funcionamiento, el cual demanda los nutrientes necesarios para el mantenimiento del músculo (62). Existen dos tipos de fibras musculares, las tipo I que se denominan de contracción lenta ya que son poco enérgicos y tienen un número reducido de miofibrillas agrupadas, estas contienen mioglobina y mitocondrias las cuales permiten el almacenamiento de oxígeno (63). Las fibras musculares tipo II, en comparación con las tipo I, tienen un número considerable de miofibrillas; sin embargo, tienen un disminuido número de mitocondrias y mioglobina; debido a esto dependen de la vía anaerobia para su funcionamiento contráctil la cual es rápida pero con una resistencia limitada (62,63).

La reducción del músculo sarcopénico se debe principalmente a la ausencia de fibras musculares tipo II y se caracteriza por la sustitución de estas por grasa, aumento de fibrosis, cambios en el metabolismo muscular, estrés oxidativo y degeneración de la unión neuromuscular y esta disminución de masa muscular puede representar un 50% menos de fibras tipo I y tipo II (64) con una pérdida de células del asta anterior y fibras de la raíz ventral; estos cambios histológicos pueden demostrar un proceso neuropático crónico que contribuye a la pérdida de neuronas motoras siendo esta causa, la pérdida de masa muscular (65,66).

2.1.2.2 Métodos de evaluación de la sarcopenia

En cuanto a su evaluación existen diferentes métodos ya que la sarcopenia requiere de mediciones objetivas de fuerza y masa muscular, para medir la calidad, cantidad y desempeño del músculo (Tabla 1). Los criterios de diagnóstico más comunes en estudios epidemiológicos incluyen los criterios de diagnóstico de Baumgartner y los de la EWGSOP, el IWGS por sus siglas en inglés *International Working Group on Sarcopenia*, el *Asian Sarcopenia Working Group* y la FNIHSP por sus siglas en inglés *Foundation for the National Institutes of Health Sarcopenia Project* (5,67–70).

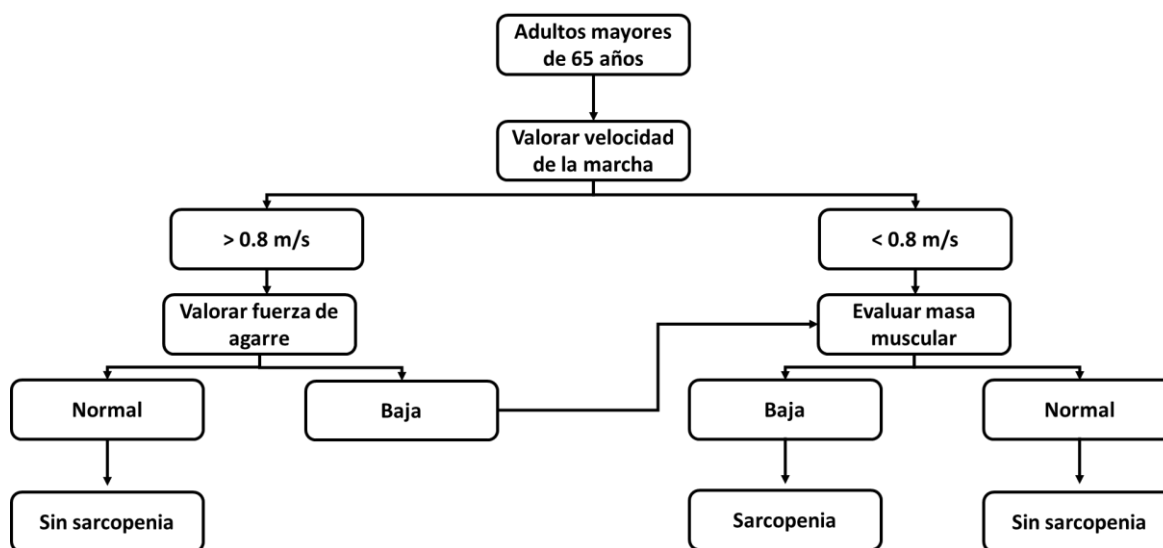


Figura 1. Algoritmo para la evaluación de sarcopenia de acuerdo a la EWGSOP (1).

Los pasos del diagrama de flujo representan la evaluación básica para el diagnóstico de sarcopenia en el adulto mayor, así como las herramientas necesarias para su clasificación.

En el año 2010 la EWGSOP desarrollo un algoritmo específico (Figura 1) conforme a los criterios para el diagnóstico de sarcopenia los cuales fueron:

- Masa Muscular baja evaluada mediante índice de masa músculo esquelético (IMME):
 $\leq 8.90 \text{ kg/m}^2$ (hombres) y $\leq 6.37 \text{ kg/m}^2$ (mujeres).
- Fuerza muscular baja evaluada por fuerza de presión:
< 30 kg (hombres) y <20 kg (mujeres).
- Bajo rendimiento físico evaluado por velocidad de marcha:
 $\leq 0,8 \text{ m/s}$.

En el 2018 la EWGSOP (55), modificó su definición utilizando la fuerza muscular disminuida como parámetro principal de la enfermedad, siendo así, más confiable para evaluar la sarcopenia; en cuanto a la función muscular se calcula el tiempo que una persona se para de una silla, teniendo como parámetro menos de 15 segundos y la fuerza, mediante fuerza de agarre con un parámetro de 16 kg para mujeres y de 27 kg para hombres.

Por otra parte, se añadió la definición de sarcopenia grave al cumplir con tres criterios más (55):

- Fuerza muscular baja.
- Baja cantidad o calidad muscular.
- Bajo rendimiento físico.

Por otra parte, de acuerdo al *Early Career Faculty The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN)* sobre nutrición geriátrica y caquexia-anorexia en enfermedades crónicas de desgaste proponen los siguientes criterios para la sarcopenia (57,71):

- Masa muscular baja: 2 desviaciones estándar por debajo de la media en adultos jóvenes del mismo sexo y origen étnico.
- Velocidad de marcha baja: velocidad de marcha inferior a 0,8/s en la prueba de marcha de 4m.

La masa muscular se puede medir mediante bioimpedancia eléctrica (BIA), absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM), potasio corporal total o parcial por tejido blando de grasa y medidas antropométricas; sin embargo las más comunes son por DXA o BIA (53).

El uso de bioimpedancia para la evaluación de la composición corporal, se ha destacado por ser una herramienta no invasiva, accesible, reproducible y apropiada tanto para pacientes ambulatorios como para los que están en cama y se ha comprobado que sus resultados se correlacionan con las imágenes de resonancia magnética y DXA que es el estándar de oro para evaluar la composición corporal en adultos mayores y también para diagnosticar sarcopenia (53).

La fuerza muscular se evalúa mediante la presión de la mano por dinamometría, mientras que la función muscular se evalúa mediante la VM o el SPPB por sus siglas en inglés *Short Physical Performance Battery* (55,72). Otros métodos de evaluación de cribado clínico temprano incluyen el cuestionario simple de cinco puntos (SARC-F) y la circunferencia de la pantorrilla, donde se ha encontrado correlación con la masa muscular esquelética apendicular (MMAE), con la incapacidad y función física, siendo el mejor indicador clínico debido a que tiene una sensibilidad del 44.3 % y una especificidad de 91.4%. También existen puntos de corte que permiten identificar, confirmar y evaluar la severidad de la sarcopenia (58,73). El SARC-F ha demostrado ser una prueba excelente para eliminar el daño de la función muscular y la atrofia muscular por lo que este cribado junto con la circunferencia de la pantorrilla puede ser un método confiable para diagnosticar sarcopenia (74). En la Tabla 1, se observan de manera concreta los criterios propuestos para evaluar la sarcopenia.

Tabla 1. Criterios de diagnóstico de la sarcopenia

Criterios de diagnóstico	Masa músculo esquelética	Fuerza muscular	Función muscular
Baumgartner	MEA \leq 2 desviaciones estándar de jóvenes saludables		
EWGSOP1	DXA:MEA/ht ² \leq 7.26kg/m ² (H) DXA:MEA/ht ² \leq 5.44kg/m ² (M)	Fuerza de agarre < 30kg (H) < 20kg (M)	Velocidad de la marcha < 0.8 m/s (4m) o < 1.0m/s (6m)
IWGS	DXA:MEA/ht ² \leq 7.23kg/m ² (H) DXA:MEA/ht ² \leq 5.67kg/m ² (M)	No puede pararse de la silla	Velocidad de la marcha < 1.0m/s (6m)

Criterios de diagnóstico	Masa músculo esquelética	Fuerza muscular	Función muscular
AWGS	DXA:MEA/ht ² ≤ 7.0 kg/m ² (H)	Fuerza de agarre	
	DXA:MEA/ht ² ≤ 5.4 kg/m ² (M)	< 26 kg (H)	
	BIA:MEA/ht ² ≤ 7.0 kg/m ² (H)	< 18 kg (M)	
	BIA:MEA/ht ² ≤ 5.7 kg/m ² (M)		
FNIHSP	MMA/IMC < 0.789 (H)	Fuerza de agarre	
	MMA/IMC < 0.512 (M)	< 26 kg (H)	
		< 16 kg (M)	
EWGSOP2	DXA/BIA: MEA/ht ² < 7.0kg/m ² (H)	Fuerza de agarre	Velocidad de la marcha
	DXA/BIA: MEA/ht ² < 5.5kg/m ² (M)	< 27 kg (H)	< 0.8 m/s (4m)
		< 16 kg (M)	

MEA: Músculo esquelético apendicular, MEA/ht² :Músculo esquelético apendicular sobre altura al cuadrado, DXA: Absorciometría dual de rayos X, MMA: Masa magra apendicular , BIA: bioimpedancia eléctrica, IMC: Índice de masa corporal
Fuente: Xie W. quing et al, (71).

2.1.3 Dinapenia

La disminución de la masa muscular conocida como sarcopenia y el deterioro funcional en el envejecimiento, puede deberse principalmente a su asociación con la pérdida de fuerza también conocida como dinapenia (pobreza de fuerza), término propuesto por Brian C. Clark *et al.* en el año 2008 (75,116).

Las deficiencias en la estructura y función del sistema nervioso tienen un impacto en la fuerza intrínseca del músculo esquelético siendo un antecedente potencial de la dinapenia que aumentan el riesgo de limitación física, bajo rendimiento físico e incluso la muerte ya que a medida que existe una disminución de actividad física, los cambios en la función neurológica y las propiedades intrínsecas de la generación de fuerza del músculo esquelético, contribuyen a la debilidad muscular y disfunción motora (76).

2.1.3.1 Etiología de la dinapenia

La fuerza muscular está constituida por dos factores, neurológicos y musculares, la cual al disminuir la activación voluntaria (sistema nervioso central) causa cambios potenciales como la disminución del impulso excitador sobre las neuronas motoras α , es decir, que al generar un esfuerzo voluntario o una contracción voluntaria de un músculo, se genera un reclutamiento de neuronas motoras y fibras musculares, esto debido a que cada neurona motora inerva una serie de fibras musculares que comprenden una unidad de motora la cual produce una contracción fusionada (fuerza/ unidad de área) de excitación-contracción (77).

El sistema nervioso central regula la velocidad de activación neuronal generando así un aumento de la fuerza a frecuencias más altas; sin embargo, la capacidad del sistema nervioso y muscular para producir fuerza de manera óptima se ve afectada en individuos dinapénicos (78).

Por otro lado, la reducción general de la cantidad de músculo debido a la apoptosis o atrofia de las fibras musculares, así como la reducción de la calidad contráctil debido al desacoplamiento de la excitación-contracción y la infiltración de adipocitos en las fibras del tejido muscular que pueden provocar dinapenia (79).

En el envejecimiento existen cambios morfométricos sustanciales en la corteza motora dado que existe una disminución volumétrica del 43% en el tamaño del cuerpo de las neuronas de la corteza premotora, de igual forma se presenta una disminución de materia blanca y en la longitud de las fibras nerviosas mielinizadas que afectan al sistema nervioso central viéndose reflejada en una menor excitabilidad y plasticidad cortical que producen una disminución en las propiedades funcionales del musculo esquelético (76).

El AM puede sufrir una disminución de hasta un 50% de fibras tipo I y tipo II junto con un pérdida celular del asta anterior y fibras de la raíz ventral, estos cambio contribuyen al daño de neuronas motoras (63) ya que aproximadamente disminuye el 1% del área de los músculos del muslo por año y en especial las mujeres, un 0,65% es causada por la pérdida predominante de fibras tipo II las cuales en comparación con las tipo I, tienen un número considerable de miofibrillas pero un disminuido número de mitocondrias y mioglobina, debido a esto

dependen de la vía anaerobia para su funcionamiento contráctil la cual es rápida pero con una resistencia limitada (64).

2.1.3.2 Métodos de evaluación de la dinapenia

La fuerza muscular es aquella actividad fisiológica que puede ejercerse sobre el medio ambiente, por lo tanto, es una variable importante de rendimiento físico a nivel del funcionamiento corporal ya que este nos ayuda a realizar actividades que requiere aceleración o desaceleración de segmentos corporales, por lo que también puede ser un signo para predecir discapacidades futuras mediante métodos que ayudaran al profesional de salud a medir la fuerza de los músculos de las extremidades mediante dos acciones, la fuerza de agarre y la extensión de rodilla, ambas se han utilizado para categorizar la fuerza muscular siendo un método de valoración es practico y de fácil acceso (80).

Aunque las extremidades inferiores son más relevantes que las superiores para la función física como caminar y correr, la fuerza de agarre se ha utilizado ampliamente (53). La fuerza de agarre resulta ser un factor de asociación con discapacidad, morbilidad y mortalidad en la vejez, debido a su componente clave de fenotipos de fragilidad y está estrechamente relacionada con la potencia muscular de las extremidades inferiores, el torque de extensión de rodilla y el área de los músculos transversales de la pantorrilla (81).

El mejor método para realizar esta evaluación es por medio de un dinamómetro de mano portátil, donde se le pide al participante que extienda el brazo a 45°, sosteniendo el dinamómetro de mano y apretando la empuñadura con la máxima fuerza, misma indicación que se repite dos veces en cada mano con un intervalo de 10 a 15 segundos entre las mediciones, considerando el valor más alto de cada lado para determinar la presencia de dinapenia definida en función de los valores propuesto por EWGSOP, <20 kg para mujeres y <30 kg para los hombres (1,53).

2.1.4 Disociación entre dinapenia y sarcopenia

Actualmente el envejecimiento se ha visto relacionado con sarcopenia y dinapenia debido a que se ha encontrado su asociación con la mortalidad y discapacidad física; sin embargo, se ha debatido que la sarcopenia es secundaria a la dinapenia, ya que las pruebas recientes demuestran que las alteraciones en la cantidad de musculo, la calidad contráctil y la activación neuronal contribuyen colectivamente a la dinapenia (79).

Un estudio de Silva Alexandre *et al.* (82) donde evaluaron durante un periodo de cinco años la incidencia de sarcopenia y dinapenia con la mortalidad, demostraron que ambas afecciones son factores de riesgo independientes de mortalidad en AM, posteriormente, un estudio de Kazuyoshi *et al.* (83) donde evaluaron la capacidad física de adultos mayores de 60 años de Japón con sarcopenia, pre-sarcopenia y dinapenia encontraron una prevalencia mayor de adultos con dinapenia que con sarcopenia, denotando que la pérdida de masa muscular y la debilidad muscular no están necesariamente relacionadas.

La prevalencia de sarcopenia y dinapenia puede variar en función de la población, la edad, el sexo, los métodos de diagnóstico y los instrumentos de evaluación ya que diversos estudios muestran una gran variación en función de la técnica utilizada y de la población estudiada (84). Un estudio longitudinal evidencio que personas mayores de 75 años de edad, la masa muscular se pierde a un ritmo de 0.64 y 0.70% al año en mujeres y de 0.80 y 0.98% en hombres (85), por otro lado, la fuerza se llega a perder entre 3-4% cada año en hombres y del 2,5-3% al año en mujeres, por lo que la pérdida de fuerza es entre 2 y 5 veces más rápida que la pérdida de masa muscular (86).

Entre las complicaciones más asociadas con la sarcopenia y dinapenia se encuentra la diabetes, donde se ha observado que la tasa de prevalencia de dinapenia es mayor que el de la sarcopenia en pacientes con diabetes no insulino-dependiente (87). Se ha demostrado que también existe una relación con factores de riesgo de discapacidad, caídas, IMC, hipertensión y fracturas en personas mayores, siendo más prevalente en mujeres que hombres, con relación a la sarcopenia, mientras que la dinapenia se asoció más con el hipotiroidismo y la discapacidad visual (88). Por otro lado, se ha evidenciado que la presencia de sarcopenia en AM con Párkinson, se relaciona con el aumento progresivo de la enfermedad mientras que la dinapenia solo se relacionó con el aumento de la edad y discapacidad (89).

La pérdida de fuerza muscular es mucho más rápida que la pérdida concomitante de masa muscular por lo tanto el mantenimiento o el aumento de la masa muscular no evita la disminución de la fuerza muscular relacionada con el envejecimiento ya que se ha demostrado que el ejercicio físico aumenta la fuerza y resistencia en los adultos mayores; sin embargo, hay poca evidencia de que exista un aumento de la masa muscular (79,90).

2.1.5 Obesidad en el adulto mayor

La obesidad se determina por ser una enfermedad sistémica, multiorgánica, metabólica e inflamatoria, expresada por un exceso de grasa corporal que conlleva a un riesgo de mortalidad (91) por lo que representa una de las mayores problemáticas en la sociedad a nivel mundial debido a que desde el 2016 hubo un aumento en las tasas de mortalidad de hasta 650 millones en personas mayores de 18 años en adelante (92).

El envejecimiento y la obesidad están fuertemente asociadas por una serie de factores desencadenantes de enfermedades crónicas relacionadas con disfunciones metabólicas (93), aunado a esto, en el envejecimiento las personas suelen volverse menos activas lo que atribuye a reducir el gasto energético total ocasionando efectos adversos como la acumulación de grasa abdominal y disminución de la masa magra, creando un círculo vicioso que acelera el proceso de envejecimiento e intensifica el riesgo creciente de desarrollar resistencia a la insulina, ataque cardíaco, accidente cerebrovascular y niveles altos de citocinas inflamatorias como la proteína C reactiva, la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) (94).

Por otro lado, la inflamación crónica a causa de alteración en la señalización de las adipocinas y el estrés oxidativo, es el probable mecanismo subyacente de la obesidad, por lo tanto, se relaciona con el grado de envejecimiento en varios tejidos que aumenta el daño de las macromoléculas que conducen a la muerte celular (93).

Se ha visto que la inflamación produce un microambiente dañino que impacta negativamente en las funciones cerebrales como la plasticidad sináptica y la neurogénesis, demostrando una similitud mecánica entre la obesidad y el envejecimiento, esto puede deberse a que la leptina atraviesa la barrera hematoencefálica al igual que la insulina, aumentando la acumulación de

depósitos de β amiloide ($A\beta$) y la fosforilación de la proteína Tau, haciendo que la hiperinsulinemia sea uno de los factores de demencia y disfunción cognitiva durante el envejecimiento (93).

El aumento de adipocinas y citocinas pro-inflamatorias, también, está relacionado con el riesgo de lipotoxicidad e inflamación la cual interviene en la síntesis de proteínas musculares que ocasionan atrofia muscular (sarcopenia) y compromete la integridad de la fibras musculares debido a la infiltración de la grasa al músculo (8).

2.1.5.1 Fisiología de la obesidad

El tejido adiposo está compuesto por adipocitos y estroma el cual es un tejido conectivo reticular que da soporte a los adipocitos, a la vascularización e inervación; también, se encuentran numerosas células como los macrófagos, células-T, fibroblastos, preadipocitos, células mesenquimales, entre otras, que conforman el microambiente celular, por lo tanto los adipocitos son células especializadas en almacenar el exceso de energía en forma de triglicéridos en sus cuerpos lipídicos para liberarlos en situaciones de necesidad energética (95).

En la obesidad se ve perturbado el perfil secretor del tejido adiposo ya que el adipocito sufre una alteración en el ratio leptina/adiponectina provocando una lipo-inflamacion la cual aumenta los niveles séricos de leptina acompañados de una disminución de adiponectina la cual inhibe su expresión por factores inflamatorios como el $TNF-\alpha$ causando menor sensibilidad a la insulina dando lugar a un deficiente función mitocondrial y un mayor estrés del retículo endoplasmático; a su vez, hay un aumento de lipólisis basal, es decir, el adipocito ha saturado su capacidad para depositar triglicéridos y estos se dirigen y depositan a otros tejidos ectópicamente generando lipotoxicidad (93). Los tejidos viscerales son principalmente el almacén de triglicéridos que aumenta el desencadenamiento de anomalías metabólicas asociadas a la obesidad (95).

El tejido adiposo representa un órgano endocrino activo que desempeña múltiples funciones, ya que, en individuos delgados con pequeños adipocitos son metabólicamente homeostáticos,

pero en los adipocitos agrandados en sujetos con sobrepeso y obesidad promueven la inflamación debido al reclutamiento de macrófagos (95).

2.1.6 Obesidad dinapénica

La baja fuerza muscular (dinapenia) se ve implicada como factor de riesgo para desarrollar afecciones físicas como la fragilidad; sin embargo, si se combina con la obesidad (obesidad dinapénica) el riesgo de comorbilidades en el adulto mayor incrementa, por lo que es importante identificar los indicadores que puedan prevenir esta enfermedad (96).

Los cambios en la composición corporal durante el envejecimiento incluyen la disminución de la fuerza del músculo esquelético, conocida como dinapenia, así como un aumento (obesidad) y redistribución de la masa grasa, a consecuencia de los ajustes fisiológicos en los sistemas endocrino y metabólico en este curso de la vida; sin embargo, una dieta y hábitos poco saludables pueden contribuir a un estado nutricional y funcional poco favorable para el AM (1). Estas dos afecciones se conocen como OD la cual tiene un impacto sobre la disminución en la función de las extremidades (11).

El término OD es abordado por primera vez por Daniell R. Bouchard (10), quien describe que la obesidad y la dinapenia están asociadas a una disfunción física, haciendo suponer que las personas mayores con una masa grasa alta y una fuerza muscular baja son propensas a tener mayor deterioro funcional que los adultos mayores con solo obesidad o dinapenia.

La obesidad se asocia de forma independiente con una función física deficiente en los adultos mayores, pero también puede contribuir a una inflamación sistémica de bajo grado que puede exacerbar la pérdida muscular y provocar obesidad sarcopénica; sin embargo, Stenholm *et al.* (97), propusieron incluir una evaluación de la fuerza muscular independiente de la disminución de la masa muscular, por lo que grupos actuales han adoptado el término de OD para describir la baja fuerza en la obesidad; sin embargo, no existe un consenso sobre la definición o el diagnóstico tanto de OS y OD (96,97).

2.1.6.1 Evaluación de la obesidad dinapénica

Debido a que en la actualidad no existe un consenso sobre la definición operacional de la OD, diversos autores han propuesto posibles métodos de evaluación con las definiciones

propias de la obesidad y dinapenia; Clark *et al.* (75), recomiendan la fuerza de extensión de la rodilla como criterio para dinapenia dada su relevancia para la movilidad (10), pero de igual manera reconocen que esta medición puede ser difícil en entornos clínicos por lo que la fuerza de agarre por dinamometría es el instrumento más utilizado por diversos estudios (1–3,11,98–102). Por otro lado, se proponen puntos de corte como el %MG, IMC y CC para el diagnóstico de la obesidad (Tabla 2) (96) dado que estudios que abordan la OD, la definen como obesidad abdominal–dinapénica, ya que como lo menciona solo se toman en cuenta puntos de corte de obesidad a partir de la medición de la CC (>102 cm en hombres y >88 cm en mujeres) (3,99,101); sin embargo, en otros estudios clasifican la obesidad por IMC de acuerdo a los parámetros propuestos por la OMS (1,2,11,98,101) y %MG, este último medido por diferentes instrumentos de medición como la DXA (10,100).

Tabla 2. Mediciones y puntos de corte recomendados para sarcopenia, dinapenia y obesidad según las actuales definiciones de consenso para estudios de sarcopenia (EWGSOP) y obesidad sarcopénica

Sarcopenia	Dinapenia	Obesidad
MMA/T ² (DXA) Hombres: < 7.26 kg/m ² Mujeres: < 5.5 kg/m ²	Fuerza de agarre: Hombres: < 30kg Mujeres: < 20 kg	IMC ≥ 30kg/m ²
MMA/T ² (DXA) Hombres: <.7.25 kg/m ² Mujeres: < 5.67 kg/m ²		
MMA/T ² (BIA) Hombres: < 8.27 kg/m ² Mujeres: < 6.42 kg/m ²		
MMA-R (DXA) Hombres. < -2.29 Mujeres: < -1.73	Fuerza de extensión de rodilla: Puntos de corte no disponibles.	Circunferencia de Cintura Hombres: ≥ 98cm Mujeres: ≥ 95 cm
MMA/IMC Hombres: < 0.789 Mujeres:< 0.512		Porcentaje de grasa Hombres: ≥ 30% Mujeres: ≥ 40%

MMA/ T² Masa muscular apendicular sobre talla al cuadrado, DXA Absorciometría de rayos x de energía dual, BIA Bioimpedancia, MMA-R Masa muscular apendicular de regresión, IMC Índice de masa corporal. Fuente: Scott et al. (96).

2.1.7 Obesidad sarcopénica

Los cambios en la composición corporal en el envejecimiento se encuentran relacionados con un aumento de la masa grasa desde un punto de vista patogénico y la presencia de sarcopenia, debido a la actividad física disminuida en esta etapa de la vida, las cuales en conjunto crean un proceso inflamatorio crónico (103).

El término OS surge en 1996 por Heber *et al.* (38), definiéndolo como la masa magra reducida fuera de proporción en relación con el exceso del tejido adiposo. Posteriormente, en 1998 Baumgartner (5), lo definió como la combinación de sarcopenia y obesidad (57,104,105).

La OS se asocia con un mayor deterioro de la capacidad funcional, discapacidad, complicaciones metabólicas y una alta prevalencia de mortalidad (57) en comparación con los pacientes que solo tienen sarcopenia o solo obesidad (8), clasificándose también como parte de un síndrome geriátrico (38).

Dentro de este proceso fisiopatológico se encuentra el aumento de citocinas proinflamatorias, resistencia a la insulina, estrés oxidativo, cambios hormonales (57,104) la cual inicia con una alteración de los procesos metabólicos del tejido muscular dificultando la síntesis proteica, dando como resultado una resistencia anabólica y aumento catabólico de las células musculares debido a la pérdida de sensibilidad a los estímulos anabólicos inducidos por el aminoácido esencial leucina y el IGF (106), aunado a esto, hay una disminución del metabolismo basal a consecuencia de la reducción de la masa muscular y un aumento de la probabilidad de desarrollar obesidad (107).

A pesar de que en el proceso natural de envejecimiento a nivel neuronal, existe una pérdida fisiológica de neuronas motoras espinales conduciendo a una disminución en el número y tamaño de las fibras musculares lo cual reduce el rendimiento mecánico del músculo en términos de fuerza, potencia y velocidad, debido a la presencia de citosinas inflamatorias (108); estudios previos han sugerido que la OS aumenta la presencia de estas moléculas, siendo un medio inflamatorio crónico (109) que aumenta el riesgo de lipotoxicidad e inflamación la cual interviene en la síntesis de proteínas musculares y exacerba la sarcopenia (108). Este desequilibrio, puede generar la producción excesiva de especies reactivas de oxígeno y una disminución de la defensa antioxidante del organismo provocando estrés oxidativo el cual juega un papel importante en los procesos del envejecimiento, a menudo

asociándose con atrofia muscular, cáncer, traumatismos y otras enfermedades neurodegenerativas (108,110).

Los criterios de evaluación de la OS, se valoran independientemente, mediante la disminución de la cantidad y calidad muscular (sarcopenia) y la evaluación de la composición corporal (obesidad) (111),(112).

2.1.7.1 Evaluación de la obesidad sarcopénica

Las prevalencias de obesidad sarcopénica en adultos mayores de Estados Unidos, Italia, Canadá y Corea de 60 años, oscilan entre 4,4% y 84,4% en hombres y de 3,6% a 94,0% en mujeres, estas se vieron aumentadas en el transcurso del año de 1999 – 2004 (113); sin embargo, el diagnóstico de OS es muy variado según estudios en diferentes poblaciones, por lo que la técnica y metodología ocupada es diversa, no obstante, todas se basan principalmente en la evaluación de sarcopenia por medio del IMME, fuerza muscular y VM.

Por otro lado, la obesidad se ha obtenido mediante diferentes criterios, como obesidad por CC, %MG e IMC, limitando la homogeneidad de los datos. Inicialmente los criterios de diagnóstico de OS se basaban principalmente de la masa muscular en conjunto con obesidad dado que Baumgartner utilizó DXA para evaluar el musculo esquelético apendicular sobre altura al cuadrado (ASM/ht^2), indicado mediante la masa muscular esquelética inferior al valor medio de jóvenes sanos en 2 desviaciones estándar y obesidad por %MG (5), mientras que un estudio de Davidson *et al.* (114) utilizó medidas antropométricas y BIA para medir la composición corporal midiendo indirectamente el contenido de grasa y eliminación de grasa para calcular la masa grasa y masa muscular para así definir OS.

Debido a que la EWGSOP propone criterios de diagnóstico para sarcopenia, estos han sido la base en muchos estudios para evaluar la sarcopenia (55,115), mientras que la obesidad, el %MG es un método con la mayor tasa de detección de OS en comparación con el IMC o CC; sin embargo, se debe seleccionar el criterio de diagnóstico más relevante según la población de estudio (116).

Por otra parte también se pueden sumar instrumentos propios de la evaluación de detección de obesidad como la BIA, el %MG, CC y el IMC (117). Otras investigaciones (118) utilizan el DXA para medir la masa ósea y junto con ella el índice de masa magra muscular (IMMM),

a esta evaluación también se le suman criterios como la masa muscular apendicular (MMAE) el peso y CC (119).

Un estudio realizado en población coreana basó las mediciones de su población utilizando una base de datos especializada en NHANES por sus siglas en inglés *National Health and Nutrition Examination Survey*, en la cual midió la masa muscular mediante DXA y la MMAE, donde evaluó a 2221 personas mayores de 60 años utilizó los criterios de la MMAE/peso (%) usando como referencia los valores de adultos jóvenes dando un prevalencia de 6.1% en hombres y 7.3% en mujeres (120).

También se ha diagnosticado la OS utilizando resonancia magnética dónde Yang *et al.* (36) mediante el área de la sección transversal atómica al 50 % del fémur estiman el volumen muscular del paciente de acuerdo a los criterios descritos por “*The Asian Workin Group for Sacropenia*” (69). Por otra parte, el uso de la BIA para la evaluación de la composición corporal, resultó ser una herramienta fundamental para diagnosticar OS en AM mexicanos, ya que se ha encontrado una ecuación que valida la correlación que tiene con la utilización de DXA para evaluar la disminución de masa muscular en conjunto con el aumento de la masa muscular (121).

En México, se ha evaluado la composición corporal en adultos mayores de los estados de Sonora y Querétaro, para desarrollar implicaciones en el diagnóstico de la sarcopenia y OS, usando los siguientes criterios:

- Masa muscular apendicular
- Masa libre de grasa
- Índice de masa muscular apendicular
- PC
- Altura
- IMC
- CC y cadera
- Fuerza muscular por dinamometría

Dicho estudio destaca la importancia de regionalizar las estimaciones de masa muscular apendicular e índice de masa muscular apendicular para usarse así con fines de diagnóstico para OS o solo sarcopenia (12).

2.1.8 Disociación entre la obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica

Como ya se mencionó anteriormente la obesidad sarcopénica y dinapénica, combina los criterios y variables que determina cada condición junto con la presencia de obesidad, es decir, la presencia de masa muscular baja y en el caso de dinapenia, una baja fuerza muscular unida a un IMC superior a 30 o a una masa grasa total o porcentual elevada, evaluada mediante DXA o análisis de BIA; sin embargo, en la actualidad se ha demostrado que existen diferencias significativas en la prevalencia de ambas condiciones (111). Un estudio donde se comparó la prevalencia de OS y OD en una misma población, observó una diferencia de 2,8 y 10,6% respectivamente sugiriendo que estos dos fenotipos tienen un perfil de riesgo diferente (9), más tarde un estudio longitudinal evaluó el empeoramiento de la discapacidad y el riesgo de hospitalización en una muestra de adultos mayores en un periodo de 5.5 años, donde se mostró que la prevalencia de OD y OS fue de 12.0% y 8.0%, respectivamente; con estos datos se considera que estas dos enfermedades, deben ser evaluadas por separado y no en conjunto (4).

Por otro lado, datos descritos por Scott *et al.* (122) demuestran que individuos con OS y OD tienen mayor riesgo de osteoporosis y fractura no vertebral en comparación con solo tener obesidad; sin embargo, se pudo comprobar que hombres adultos con OD tienen mayor riesgo de sufrir caídas lo que esto puede contribuir al mayor riesgo de una disminución de la densidad mineral ósea donde incrementa el riesgo de fractura, mientras que en otro estudio donde se evaluaron a mujeres jóvenes con síndrome metabólico, solo la resistencia a la insulina se relacionó con debilidad muscular siendo categorizada como OD (123) evidenciando que la OD pero no la OS es predictiva de comorbilidades en adultos de mediana edad y mayores ambulatorios.

2.1.8.1 Marco conceptual de la obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica

El desarrollo de la OD y OS en AM, está determinado por los diversos factores del ámbito biológico, psicológico y sociocultural de esta población y las características particulares de los AM. De manera que influyen en una actividad física disminuida a consecuencia de la prevalencia de comorbilidades como la fragilidad, misma que se asocia con niveles bajos de aptitud física (124) la cual también se ha comprobado su relación con el aislamiento social y la depresión (125).

Por otro lado en países sub-desarrollados como México, más del 45% subsiste solo con su pensión (126) por lo que el conjunto de estas características puede ser un detonante que lleva al AM a tener una mala nutrición que sumada a un alto sedentarismo, traen en consecuencia altos índices de obesidad (127).

Dado que la disminución de la función y mantenimiento de la masa muscular (37,123), son signos clínicos que han sido criterios de evaluación para la evaluación de la dinapenia y la sarcopenia, se ha demostrado que hay una disociación entre ambas enfermedades, por lo que los indicadores que pudieran predecir el riesgo de padecer OD y OS son diferentes y de los cuales pudieran venir de medidas sencillas para los servicios de atención primaria, por lo que se desarrolla el siguiente marco conceptual con el motivo de explicar que las pruebas de función física y antropometría pueden ser signos clínicos que puedan predecir comorbilidades en el AM. (Figura2)

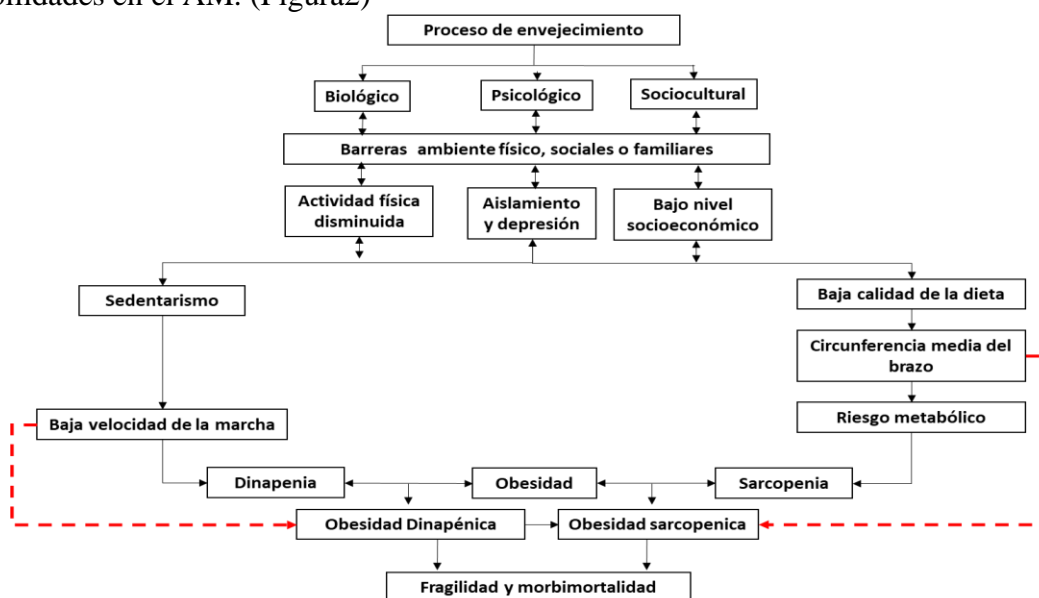


Figura 2. Marco conceptual del desarrollo de obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica en personas adultas mayores.

2.1.9 Indicadores de riesgo de obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica

Diversos estudios han evaluado la relación de OD y OS con otros factores de vulnerabilidad en el AM (fragilidad, riesgo de caídas, hospitalización, institucionalización, entre otros); sin embargo, se ha encontrado que puede haber una relación inversa donde existen indicadores que expliquen el riesgo de padecer OS u OD como es el caso del aumento de los niveles de leptina sérica el cual incrementa el riesgo de OS (128). Por otro lado, la asociación del tabaquismo en el estilo de vida del AM, puede ser un indicador de riesgo que aumenta las probabilidades de padecer OS (129), por otra parte la calidad del sueño también ha sido estudiada (130), encontrando que un grupo de adultos mayores con una corta duración del sueño (< 6 h) se relacionaba con la OS, así mismo, un estudio en población brasileña, demostró que la apnea obstructiva del sueño triplicaba el riesgo de estas enfermedades (131).

En cuanto a indicadores físicos y clínicos como una menor estatura (< 1.59 m), aumento del peso, aumento de la C.C, elevación de triglicéridos y colesterol, elevan el riesgo de OS (132).

2.2 Antecedentes del problema

2.2.1 Velocidad de la marcha y su asociación con factores de vulnerabilidad en el adulto mayor

La VM disminuida en adultos mayores es uno de los primeros signos de envejecimiento, siendo considerado como un marcador de la salud general que ha sido asociado con riesgo de morbilidad y mortalidad (133) por lo que diferentes estudios han evaluado algunas relaciones que puede tener la VM con factores que pueden ocasionar mayor vulnerabilidad, pudiendo predecir resultados clínicos negativos para la salud de los AM (134).

Un estudio transversal en adultos mayores de 65 años, exploró la VM como indicador potencial del estado nutricional por lo que se encontró que la probabilidad de tener una marcha lenta es 2 veces mayor en personas con sobrepeso y las personas diagnosticadas con obesidad, tiene 4 veces mayor riesgo de baja VM, mientras que en adultos mayores con desnutrición el riesgo aumentaba 6 veces más (13), esto pudo demostrar que la VM es un marcador potencial de problemas nutricionales.

Más tarde en un estudio por la misma autora con la misma muestra se demostró que valores altos de la CC y valores bajos en la circunferencia media del brazo y pantorrilla, se asociaron a una baja VM (135).

También, un estudio de Khoudary *et al.* (136), donde se evaluó si el tejido adiposo perivascular (grasa que rodea la arteria coronaria) podría contribuir a futuro a la alteración de la función física en mujeres de mediana edad, se encontró que esta asociación era positiva ya que a mayor grasa periaórtica, existe menor VM a lo largo del tiempo, independientemente de la adiposidad general, esto puede deberse a que la acumulación de la grasa afecta a la contractibilidad de las paredes vasculares.

Por otro lado, la fragilidad y la VM, tienen una asociación significativa en adultos mayores ya que en un estudio de Noguerón *et al.* y López *et al.* (137,138), donde evaluaron la plasticidad y reserva de la marcha en adultas mayores, encontró que la disminución de estos dos factores, pueden ser biomarcadores de un riesgo de fragilidad, discapacidad de las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria, depresión y riesgo de caídas.

Semejante a los estudios anteriores, Saintout *et al.* (139) mencionaron que la fragilidad y el mal estado nutricional se asocian a una baja calidad de vida, misma que también fue asociada con una baja velocidad de la marcha.

Por otro lado un estudio que evaluó los factores más comunes que aumentan el riesgo de presentar una caída siendo adulto mayor, en Turquía, encontraron que con la prueba de VM, el 33% de los pacientes sufrían de dicho riesgo (140), asimismo un estudio elaborado por Afilalo *et al.* (14) demostraron que la VM puede ser un instrumento confiable para identificar a los adultos mayores frágiles con riesgo de deterioro funcional al ser dados de alta de urgencias, con el objetivo de predecir el reingreso, por lo que se encontró que los pacientes que caminaban con lentitud triplicaban el riesgo de deterioro funcional a corto plazo (6 meses) , por lo que sugiere el autor que la VM podría ser una herramienta pronóstica fiable y fácil de utilizar en la práctica clínica para identificar a los individuos que son vulnerables pero aún no están discapacitados (141–143).

De igual modo la somnolencia diurna excesiva se ha asociado significativamente con una VM más lenta en adultos mayores de 75 años de edad (144), además se ha visto relacionado con la depresión, dado que en un estudio con seguimiento de 15 meses, se demostró que los adultos mayores con VM disminuida, tenían el doble de probabilidades de experimentar depresión/ansiedad en comparación con lo que tenían una velocidad media o normal (140) esto puede deberse a que los adultos mayores que pueden deambular fácilmente en su comunidad tiene más oportunidades de relacionarse con amigos y familiares como lo explica un estudio de Merchant *et al.* (134).

El efecto que tiene la VM disminuida también puede evidenciar una posible enfermedad neurodegenerativa como el Alzheimer, ya que diversos estudios han demostrado que existen una relación estrecha entre la disminución de la VM y función cognitiva (133,145,146). Un estudio donde examinó la deposición cerebral de beta-amiloide ($A\beta$) en adultos mayores sin demencia, se encontró que el 55% de los participantes presentaban niveles altos $A\beta$ que a su vez se encontró una relación con una disminución de la VM (147), por otro lado, un estudio en adultos mayores taiwaneses, demostró que existe un riesgo de 4.58 veces de sufrir un deterioro cognitivo cuando se tiene una VM lenta (148) esto puede producirse debido a que la marcha es un proceso cognitivo complejo que requiere del perfecto funcionamiento y la

participación de múltiples dominios cognitivos como la atención, la planificación, los procesos visoespaciales y los motores (149). Por otra parte la polifarmacia también afecta la VM, ya que como lo explican algunos estudios, algunos medicamentos pueden afectar el sistema nervioso y motor que llevan a cabo el proceso de la marcha principalmente en los AM dado que un estudio registro que personas con polifarmacia pueden tener 4 veces más probabilidades de desarrollar un deterioro de la marcha (150,151).

2.2.2 Circunferencia media del brazo y asociación con factores de vulnerabilidad en el adulto mayor

La CmB ha demostrado ser un marcador nutricional que puede relacionarse con indicadores de riesgo, ya que un estudio como el de Yahua Zhu *et al.* (152) han evaluado diferentes asociaciones que mediante la Cmb se puede explicar la relación que tiene con la resistencia a la insulina, dicho estudio evaluó a adultos mayores con diabetes no insulino-dependiente y se encontró que a medida que aumentaba la CmB incrementaba el riesgo de factores de riesgo metabólico, mientras que otro estudio encontró que la CmB puede ser un indicador sustituto para predecir la resistencia a la insulina en población no obesa (15).

Con respecto a la pérdida de masa muscular, un estudio brasileño en pacientes con cirrosis encontró que la CmB tuvo una relación positiva con el MMAE para diagnosticar pre-sarcopenia y sarcopenia (16); semejante a este estudio, resultados de Yuan Ping *et al.* (153). describen en su estudio que la medición de la CmB es una herramienta rentable para el diagnóstico temprano de osteoporosis en AM ya que al evaluar a los participantes con esta herramienta y con DXA para evaluar la masa magra, ambos resultados estaba correlacionados. Así mismo otro estudio donde se compara la DXA con la CmB demostró que ambas herramientas tenían alta sensibilidad para identificar pre-sarcopenia (89% en mujeres y 94% en hombres) (154).

Por último, un estudio prospectivo a gran escala de China, observó que el aumento de la CmB se asoció con reducciones de riesgo de mortalidad por lo que aseguran que esta medida puede ser un predictor eficaz de la mortalidad, independientemente del IMC (155).

2.2.3 Obesidad sarcopénica y asociación con factores de vulnerabilidad en el adulto mayor.

La obesidad sarcopénica conllevan un riesgo futuro de deterioro funcional y diversos estudios han identificado algunas asociaciones que aumentan la morbilidad y mortalidad en adultos mayores; desde los estudios de Baumgartner en Nuevo México en 1998 y 2004 (5,156), donde demuestra una asociación entre la masa muscular relativamente baja, el deterioro funcional y la discapacidad; hasta la actualidad se siguen encontrando nuevas asociaciones para identificar el riesgo de OS así como de algunos factores desencadenantes dentro de la misma enfermedad.

Se ha demostrado que existe una relación entre la OS con una disminución del rendimiento cognitivo, específicamente en la función ejecutiva y la orientación (157,158) habiendo un riesgo hasta de 2.5 veces mayor de sufrir una disminución de funciones cognitivas en presencia de la OS (159).

Por otro lado se ha evaluado la relación entre la OS con síndromes metabólicos (160), ya que una muestra de mujeres posmenopáusicas y hombres coreanos de 50 años y más sin diabetes no insulino de pendientes, estaba más relacionada con la OS (161).

Asimismo, se ha evaluado el impacto de las enfermedades cardiovasculares donde se ha descrito que suele asociarse a la OS, esto se demuestra en un estudio (162) donde evalúan la prevalencia de OS en asociación con el estilo de vida sedentario, expresado en el número de pasos diarios realizados, donde tuvieron como resultado que a menor número de pasos aumentaban las complicaciones cardio metabólicas incrementando la prevalencia de OS, y en consecuencia el sedentarismo.

Un estudio de revisión (163), analizó las implicaciones para la salud de la OS en la enfermedad cardiovascular y la mortalidad en adultos mayores, encontró que hay pruebas de que personas con OS tiene niveles más altos de factores de riesgo cardiovascular y mortalidad; similar a este estudio (103,163,164), se encontró que personas con OS tiene un aumento en la presión arterial sistólica exacerbando las posibilidades del uso de fármacos antihipertensivos, estos resultados pueden deberse a que la hipertensión y la obesidad están relacionados ya que a consecuencia de existe una aumento de la actividad nerviosa simpática,

retención de sodio y un aumento de adipocinas, siendo mecanismos patológicos principales en la OS (165).

Por otro lado, se ha encontrado que mujeres de 75 años con OS tienen mayor riesgo de morir en un plazo de 10 años siendo un predictor significativo de la mortalidad (166,167).

Con respecto a la función pulmonar, también se ve comprometida ante la presencia de OS, dado que un estudio de Seung *et al.* (168) encontraron que en adultos mayores coreanos de 60 años con OS tenían más probabilidades de padecer una enfermedad pulmonar restrictiva que solo los sarcopénicos u obesos, explicando que esto puede deberse a que la obesidad origina que haya más tejido adiposo alrededor de la caja torácica y el abdomen ejerce presión sobre la misma, dificultando la contracción de los músculos respiratorios, estos resultados coinciden con los de Pertmann *et al.* (169) que encontró la misma asociación con adultos mayores ucranianos.

Adicionalmente, este fenotipo se asocia con la depresión y la calidad y duración del sueño ya que en un estudio donde se evaluó a adultos mayores españoles de 70 años, se observó que la corta duración del sueño se relacionó con la OS (130).

En términos de dieta, la deficiencia de vitamina C y el consumo de grasas saturadas y la falta de actividad física se asocian con la sarcopenia a la vez que las alteraciones metabólicas como la diabetes y factores inflamatorios como la obesidad parece mediar el efecto siendo variables modificables que pudieran desencadenar la OS (170), mientras que la función física también puede verse afectada ya que como lo explica Hyun Ho *et al.* (171) la OS tiene un efecto sinérgico sobre el deterioro de la función física en los adultos mayores siendo a su vez un factor de riesgo de caídas (172).

2.2.4 Obesidad dinapénica y asociación con factores de vulnerabilidad en el adulto mayor.

Debido a que la OD es un conjunto de afecciones físicas y metabólicas, se ha demostrado que es un desencadenante de comorbilidades en el adulto mayor, entre las principales se ha encontrado una asociación de alta prevalencia de trastornos del metabolismo de lípidos y glucosa así como de síndromes metabólicos y enfermedades cardíacas (101). Un estudio

examinó el efecto combinado de la obesidad y la baja fuerza muscular (dinapenia), sobre el riesgo de incidencia de diabetes mellitus no insulino-dependientes, la cual demostró que adultos mayores con OD determinada por un IMC alto y una fuerza de agarre baja, se asocia con un mayor riesgo de incidencia de esta enfermedad metabólica (2).

En otro estudio donde se evaluaron a 610 adultos mayores brasileños se demostró que la obesidad central no se asoció positivamente con una mayor mortalidad a menos que estuviera asociada con la presencia de enfermedades crónicas, mientras que la dinapenia mostro un efecto directo sobre la mortalidad pero esta no se combinó con la obesidad central; sin embargo, este estudio da luz sobre las complejas relaciones entre el estado nutricional y la mortalidad de los adultos mayores mediante medidas simples (99).

Las comorbilidades que sufre un adulto mayor con OD a nivel fisiológico se han asociado con un mayor riesgo de discapacidad en las actividades básicas de la vida diaria y actividades instrumentales de la vida diaria en comparación con la dinapenia o la obesidad solas (98).

En un estudio longitudinal de diez años en el cual se evaluaron a 3364 AM ingleses y brasileños en el cual se estudiaron sus actividades básicas como bañarse y vestirse , así como en las actividades instrumentales de la vida diaria como cocinarse, ir por sus alimentos, entre otras, se observó que la OD disminuyo las actividades cotidianas de esta población (102).reafirmando que este padecimiento es de gran interés para prevenir efectos adversos como el riesgo de caídas, el cual es uno de los temas más característicos de esta población (3).

Otros autores abordan el estado físico a partir de la evaluación VM y su asociación con la OD (10,11) donde se comprobó que AM con OD tenían mayor riesgo de tener una disminución de la VM que con solo dinapenia u obesidad.

2.3 Planteamiento del problema

El último conteo general de México, elaborado por el INEGI, registró que el 12% del total de la población mexicana está compuesta por adultos mayores la cual se incrementará al doble para el año 2050 (25), se ha identificado que uno de cada cinco AM tiene al menos una limitación física, siendo las mujeres las más afectadas (18.3%) en comparación con los hombres (9.5%) (173), además de observar mayor frecuencia de obesidad en mujeres (31.3%) que los hombres (27.7%) (174), por lo que el deterioro físico en conjunto con la obesidad pueden representar mayor riesgo de fragilidad en este grupo de edad, lo que traerá como consecuencia un incremento en la demanda de atención y mayores costos en servicios de salud.

El proceso de envejecimiento implica cambios fisiológicos, metabólicos y psicosociales; sin embargo, una dieta y hábitos poco saludables pueden generar el riesgo de comorbilidades que acelerarían este proceso (30) como la OD y OS que es un conjunto de afecciones afines a los cambios de fuerza y masa muscular aunado a un incremento de la grasa corporal en esta etapa de la vida (61). El conocimiento actual, plantea que la OD y la OS pueden ser indicadores del estado físico y nutricional del adulto mayor (9–11); sin embargo, no hay evidencia suficiente sobre indicadores nutricios en el adultos mayor con relación a la OD y OS.

La VM disminuida ha demostrado ser un indicador potencial del estado de nutrición en el adulto mayor mientras que la CmB se ha destacado en diversos estudios que puede ser una herramienta rentable para el diagnóstico temprano de diabetes tipo 2 , resistencia a la insulina osteoporosis y pre-sarcopenia, por lo que al ser la OD y OS enfermedades asociadas a la composición corporal y estado de nutrición del adulto mayor (13,16,152,175), la presente investigación pretende asociar la VM con la OD y la CmB con OS, proponiendo las siguientes preguntas:

¿Existe asociación entre la velocidad de la marcha con la obesidad dinapénica en una muestra de adultos mayores ambulatorios de Hidalgo?

¿Existe asociación entre la circunferencia media del brazo con obesidad sarcopénica en una muestra de adultos mayores ambulatorios de Hidalgo?

III. JUSTIFICACIÓN:

Se ha demostrado que la disminución de la función y masa muscular en el envejecimiento es el resultado de los cambios en el estado metabólico/ hormonal y de una dieta desequilibrada que puede aumentar el riesgo de dependencia, institucionalización y mortalidad en el AM (176). Estudios previos han reportado que la OD y OS está asociada a síndromes metabólicos, enfermedades cardiacas, discapacidad física, riesgo de caídas y mortalidad (2,3,160,164,166,171); sin embargo, sus métodos de valoración son poco accesibles para la comunidad en entornos clínicos de atención primaria.

La VM disminuida y la CmB son mediciones no invasivas, de bajo costo y con técnicas sencillas de utilizar, que permiten orientar sobre el riesgo de la presencia de OD y OS en adultos mayores ambulatorios (13,134). Por lo que el presente estudio aporta resultados de asociación entre la VM y CmB con OD y OS, diagnosticadas mediante los criterios de evaluación de la EWSOP (BIA; Dinamometría y rendimiento físico); lo que permitirá a partir de la estimación del riesgo en este grupo poblacional, con lo que se podría establecer acciones dirigidas a la prevención oportuna.

IV. HIPÓTESIS:

A menor velocidad de la marcha mayor frecuencia de obesidad dinapénica en adultos mayores ambulatorios.

A menor circunferencia media del brazo mayor frecuencia de obesidad sarcopénica en adultos mayores ambulatorios.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General:

Estimar la relación entre la VM y la obesidad dinapénica y la relación entre la CmB con la obesidad sarcopénica en adultos mayores ambulatorios.

5.2 Objetivos específicos:

1. Describir características sociodemográficas, indicadores antropométricos y de composición corporal de los adultos mayores ambulatorios.
2. Describir la fuerza muscular y rendimiento físico del adulto mayor por medio de pruebas de VM y dinamometría.
3. Calcular la proporción de adultos mayores ambulatorios con presencia de obesidad, dinapenia, sarcopenia, obesidad dinapénica, obesidad sarcopénica, velocidad de la marcha y circunferencia media de brazo.
4. Evaluar la asociación de la VM con obesidad dinapénica y la CmB con obesidad sarcopénica por medio de modelos de regresión logística controlando por variables de interés (sexo y edad).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Tipo y diseño de estudio.

Se realizó un análisis secundario de un estudio transversal en adultos mayores ambulatorios reclutados de los Centros Gerontológicos Integrales de los municipios de Pachuca, Actopan y Tulancingo de Hidalgo México.

6.2 Selección de la población, criterios de inclusión y exclusión

- Criterios de inclusión
 1. Individuos entre 60 y 89 años de edad autovalentes, que acudían a los CGI de Pachuca, Actopan y Tulancingo
 2. Adultos mayores que firmaron la carta de consentimiento informado

- Criterios de exclusión
 1. Actividad física previa al análisis (al menos 4 horas después)
 2. Ingesta abundante de agua o alimentos previa al análisis (al menos 2 horas después)
 3. Presencia de prótesis y/o implantes metálicos
 4. Empleo de marcapasos
 5. Signo de enfermedad respiratoria como dificultad para respirar, fiebre (>37.5), tos persistente, Hipoxia ($HbO_2 < 80$)

- Criterios de eliminación
 1. Evaluaciones o cuestionarios incompletos

6.3 Tamaño de muestra y muestreo

Se invitó a todos los AM que realizan actividades en los CGI participantes, y se incluyó a todos lo que aceptaron participar, se les solicitó llenar un cuestionario de datos sociodemográficos y antecedentes de salud para verificar los criterios de inclusión (Figura 3).

Debido a que este estudio evaluó datos obtenidos de un estudio previo, se calculó el poder de la muestra a partir de una población de 126 participantes. Al realizar la prueba mediante un método de potencia estimada para una prueba de proporciones de dos muestras a través de una Chi ², se obtuvo un poder del 90%. Este cálculo se realizó con el programa estadístico *Stata versión 15.0 para Windows*.

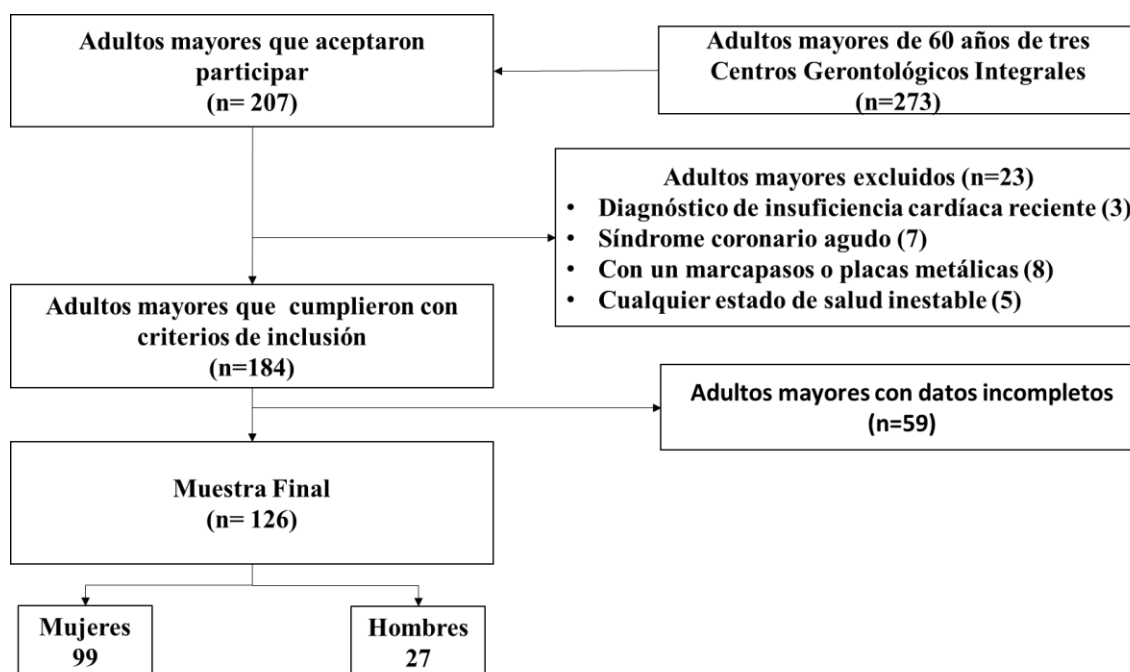


Figura 3. Selección de la muestra

6.4 Definición de variables

En la tabla 3, se presenta la definición conceptual y operacional de las variables involucradas en la evaluación de la OD, OS, así como la VM y CmB, las cuales son las principales variables de este estudio.

Tabla 3. Variables dependientes e independientes del estudio

Variable	Definición Conceptual	Definición Operativa	Tipo de variable	Escálala de medición	Unidad de Medición
Dinapenia	Fuerza muscular disminuida	Evaluación de la fuerza muscular a partir de los criterios de la EWGSOP medida mediante fuerza de agarre	Cualitativa	Dicotómica	Kg
Sarcopenia	Masa muscular disminuida	Evaluación de la sarcopenia los criterios de la EWGSOP medida mediante la disminución de masa músculo esquelética, fuerza muscular y rendimiento físico	Cualitativa	Dicotómica	Kg, m/s
Obesidad Sarcopénica	Masa magra reducida fuera de proporción en relación con el exceso de tejido adiposo	Evaluación de la sarcopenia los criterios de la EWGSOP 1 en conjunto con la evaluación del porcentaje de masa grasa mediante bioimpedancia para diagnosticar obesidad	Cualitativa	Dicotómica	Kg/m ² ,m/s
Obesidad Dinapénica	Fuerza muscular disminuida en conjunto con un aumento de masa grasa	Evaluación de la fuerza muscular a partir de los criterios de la EWGSOP 1 en conjunto con la evaluación del porcentaje de masa grasa corporal, mediante bioimpedancia para diagnosticar obesidad	Cualitativa	Dicotómica	Kg,%
EWGSOP 1	Asociación europea que evalúa la sarcopenia en adultos mayores	Algoritmo que evalúa la masa muscular, rendimiento físico y fuerza muscular mediante BIA, velocidad de la marcha y fuerza prensil de la mano, respectivamente	Cuantitativa	Razón	Kg,%, m/s
Rendimiento físico	Es la capacidad del músculo de producir energía para llevar a cabo alguna actividad física del cuerpo humano	Capacidad de generar fuerza, movilidad, libertad de movimiento, equilibrio y coordinación para caminar, la cual se puede evaluar mediante la velocidad de la marcha	Cualitativo	Dicotómica	Normal, Disminuida

Variable	Definición Conceptual	Definición Operativa	Tipo de variable	Escálala de medición	Unidad de Medición
Antropometría	Cuantificación de las características físicas del cuerpo humano mediante medidas y proporciones	Medias corporales con relación al peso, talla, CmB y CP	Cuantitativo	Razón	Kg, m, cm
Masa grasa	Reserva energética y aislante nervioso, susceptible a cambios segunda la edad y sexo	La masa grasa puede ser medida mediante BIA (InBody270) que, mediante resistencia, una corriente alterna de baja intensidad permite determinar el contenido de agua corporal	Cuantitativo	Razón	%
Índice de masa músculo esquelético	Es la suma de la masa muscular de las cuatro extremidades a partir de un escaneo a través de herramientas como el DXA y BIA	Evaluación de la masa muscular, músculo esquelético apendicular y el índice músculo esquelético / talla ² , por medio de InBody 270 para la valoración nutricional del adulto mayor	Cuantitativo	Razón	Kg/m ²
Edad	Tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento hasta el momento actual expresado en años cumplidos	Número de años cumplidos al momento del interrogatorio	Cuantitativa	Absoluta	Años
Escolaridad	Conjunto de cursos que una persona sigue en un establecimiento docente	Último grado de educación que curso el adulto mayor	Cualitativa	Ordinal	Primaria o menos Secundaria Preparatoria o más

6.5 Diagrama de diseño experimental

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación del Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, con folio CEEI-031-2019, contando con el consentimiento informado de todos los participantes en el presente estudio (Figura 4).

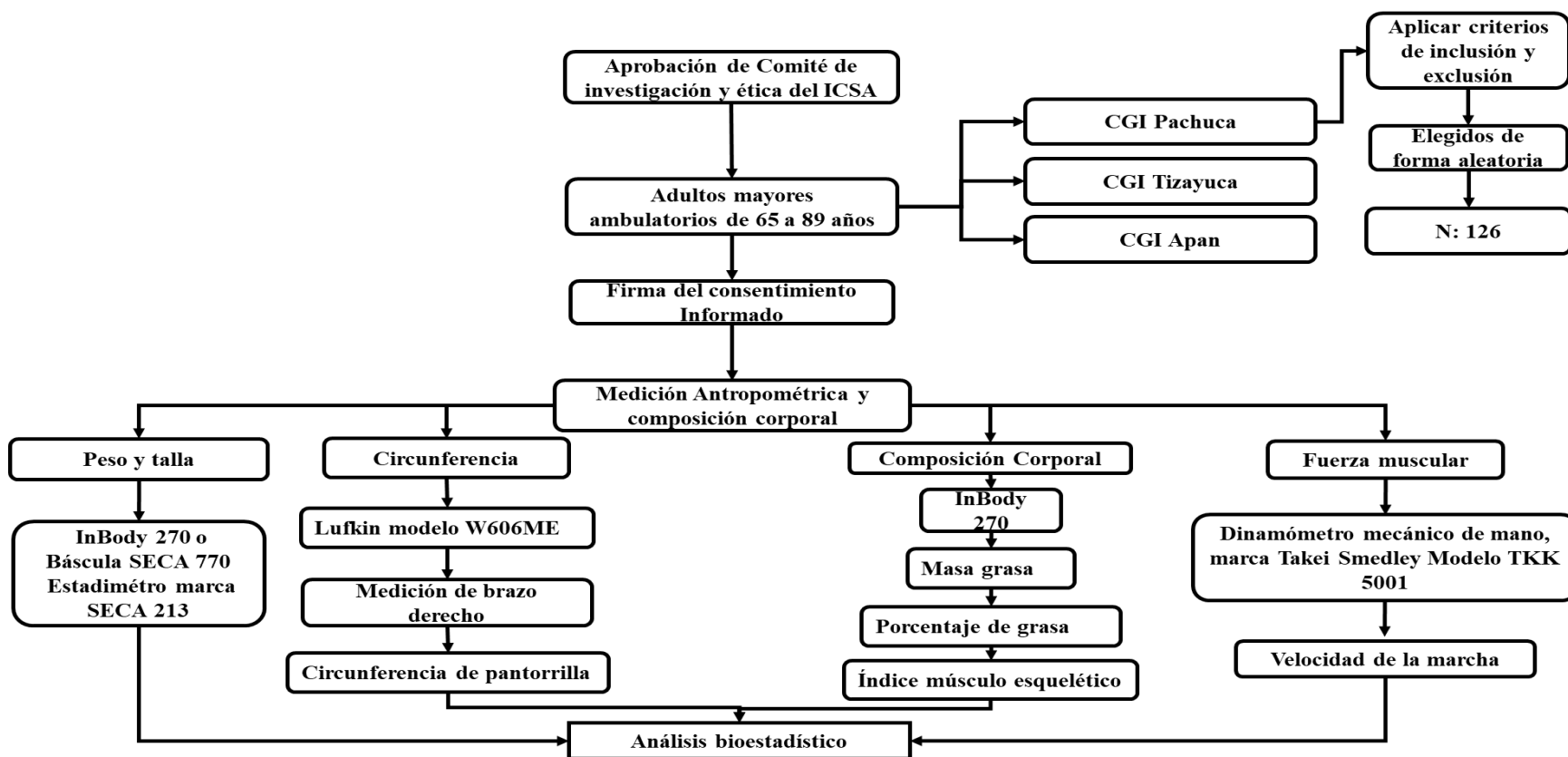


Figura 4. Diagrama del diseño experimental

6.6 Instrumentos de recolección

6.6.1 Procedimientos

Se dio a conocer el proyecto a las instituciones participantes a través una carta descriptiva de las actividades a realizar y con lenguaje sencillo se explicó al AM participante las actividades y procedimientos en los cuales estarían involucrados. De manera inicial se les proporcionó el consentimiento informado, y se dieron las siguientes recomendaciones:

1. Rectificamos que el entrevistado supiera leer, tener la capacidad visual para leer el documento, así como la capacidad auditiva y de conciencia para comprenderlo.
2. Al presentar la invitación para participar en el proyecto, se dio a conocer el consentimiento informado (ANEXO I), y se le explicó de manera clara las actividades a las que se les invitó a participar.
3. Se les comentó que si tenían alguna duda de los términos o las actividades podían realizar las preguntas que creyeran necesarias.
4. Se les dio el tiempo necesario para realizar la lectura y responder sus dudas.
5. Se les ofreció realizar lectura conjunta o si se percibía alguna dificultad en el proceso de lectura, se les ofreció leerles el documento si así lo deseaba la persona adulta mayor.
6. Si la persona adulta mayor se presentaba con un acompañante, familiar o amigo y tenía la capacidad visual y de comprensión, se le invitó a éste a leer el documento de consentimiento.
7. Una vez terminada la lectura, se procedió al llenado y a la firma del documento consentimiento informado; este debía contener todos los datos solicitados, firma por duplicado, del cual quedo una copia en poder del participante y otra para el equipo de evaluación.

6.6.2 Encuesta sociodemográfica

A través de una cédula se recolectó información general de los AM participantes (ANEXO II): sexo, edad, escolaridad, si recibe alguna pensión, seguridad social, vive solo o acompañado, preguntas relacionadas con enfermedades (padecimientos actuales y N.º de enfermedades). Dicha encuesta se realizó en un área privada de los CGI.

6.6.3 Medición de peso y talla

El peso se midió con el AM en bipedación, con mínimo de ropa y al centro de la báscula, utilizando un equipo de InBody 270 y bascula SECA 770 con precisión de 100g. Para la medición de altura se colocó al AM de tal manera que sus talones y cabeza estaban en contacto con una superficie vertical, los pies juntos en contacto con el piso y las piernas bien extendidas; los hombros relajados y ambos brazos al costado del cuerpo; la cabeza se sostuvo en el plano de Frankfurt. Se utilizó un estadímetro marca SECA 213 (177).

En los AM que no se pudo tomar la talla por alguna alteración esquelética y/o postural detectada por el profesional de salud, se empleó la estimación por altura de rodilla considerando la distancia entre la planta del pie y la superficie anterior del muslo, mientras el talón y la rodilla forman un ángulo de 90°. Una vez que se obtuvo la medición en centímetros, se utilizó las siguientes fórmulas, según corresponda:

Mujeres $1.83 \times \text{altura de rodilla (cm)} - 0.24 \times \text{la edad en años} + 84.88$

Hombres: $2.02 \times \text{altura de rodilla (cm)} - 0.04 \times \text{la edad en años} + 64.19$ (178,179)

6.6.4 Medición de la circunferencia media del brazo y de pantorrilla

Se aplicó el *Mini nutritional assessment* (MNA) y se registraron las medidas de circunferencia media del brazo y circunferencia de pantorrilla, las cuales se evaluaron de la siguiente manera:

Para la circunferencia braquial se usó el brazo derecho, colgando a un costado y relajado realizando un marcaje previo de los puntos antropométricos acromiale (acromion) y radiale (olecranon); colocando la cinta perpendicular entre los dos puntos se midió la distancia lineal y se marcó con una línea horizontal el punto medio. En esa misma posición, con la cinta se rodeó el brazo pasando por el punto medio marcado. Se determinó < 22 cm con riesgo de desnutrición y > 22 cm sin riesgo de desnutrición de acuerdo a las guías del MNA (47).

Para obtener la circunferencia de pantorrilla (CP), se midió el perímetro de la sección más ancha de la distancia entre el tobillo y rodilla (180). Para ambas mediciones se utilizó una cinta antropométrica metálica marca Lufkin modelo W606ME. Las mediciones se realizaron por la técnica de lanzada cruzada (181). Se determinó < 31 cm con riesgo de desnutrición y > 31 cm sin riesgo de desnutrición de acuerdo a las guías del MNA (47).

6.6.5 Evaluación de la composición corporal.

Para evaluar la composición corporal, se utilizó un analizador de composición corporal de la marca InBody, para la cual se pidió a los AM que acudieran a la medición en ayuno de 8 horas. La medición se tomó estando el sujeto con el mínimo de ropa, libre de todo objeto metálico. El InBody ofrece una medición de masa magra y grasa en 5 segmentos corporales (brazo derecho, brazo izquierdo, tronco, pierna derecha y pierna izquierda) con una frecuencia de 20, 100 kHz (182).

El AM subió a la báscula con los pies desnudos, limpios y secos, colocando ambos pies sobre los electrodos de la base del aparato. Los AM colocaron las palmas de las manos y pulgares sobre los electrodos de los manubrios. Se usó el %MG para determinar el grado de obesidad de los adultos mayores participantes, mediante los siguientes parámetros (45):

- Hombres: < 10% Poca grasa, 10-15% Delgado, 16-19% Normopeso, 20-25% Sobrepeso, > 25% Obesidad.
- Mujeres: < 15% Poca grasa, 15-20% Delgada, 21-24% Normopeso, 25-30% Sobrepeso, > 30% Obesidad.

Asimismo, la evaluación del índice de masa del músculo esquelético (IMME), se obtuvo mediante el InBody y para determinar la disminución de la masa muscular de los participantes, se tomaron a partir de los criterios propuestos por la EWGSOP (184):

- Masa Muscular baja evaluada mediante índice de masa músculo esquelético (IMME):
Hombres: $\leq 8,90 \text{ kg/ m}^2$
Mujeres: $\leq 6,37 \text{ kg/ m}^2$

6.6.6 Valoración de la fuerza muscular

Para evaluar la fuerza de presión se utilizó un dinamómetro mecánico de mano marca Takei Smedley modelo TKK 5001 que determina por medio del agarre, la fuerza y resistencia constante del antebrazo (183).

Se le pidió al AM tomar asiento con el codo flexionado a 90° el antebrazo y la muñeca rotados en posición neutral para tomar el dinamómetro y presionar con la mano la palanca del instrumento con fuerza máxima. Se pidió al AM que repitiera la acción mediante tres intentos con cada mano, comenzando con la mano dominante y con intervalos de descanso de 1 min entre cada intento. Se contabilizó únicamente el máximo de cada extremidad y cada contracción duro entre 2 y 5 seg. El registro de los datos se realizó al término de cada una de las mediciones para evitar errores. Mediante los parámetros propuestos por la EWGSOP se determinó para los hombres la fuerza $< 30 \text{ kg}$ y para las mujeres $< 20 \text{ kg}$ como dinapenia (184).

6.6.7 Valoración de la velocidad de la marcha

La velocidad de marcha es un método simple, sencillo y de fácil aplicación, en el que se utilizó un espacio plano y recto con una distancia de 4 metros previamente señalada y marcada; con un cronómetro marca TRACEABLE ISO modelo 170025 Calibrated se realizó la medición del tiempo empleado en recorrer dicha distancia; la medición fue iniciada y

terminada al primer y último contacto del pie del sujeto, con las líneas de inicio y fin de la prueba, este cálculo permite evaluar la VM mediante metros sobre segundo (m/s) (184).

El método que más se ha utilizado para evaluar la VM en adultos mayores es la velocidad cronometrada a una distancia de 4 a 6 m tomando como referencia una VM disminuida < 0.8 m/s, dicho parámetro es determinado por la SPPB que evalúa el equilibrio, la marcha, la fuerza y la resistencia del individuo (72); dado que es un instrumento completo para identificar a los pacientes ambulatorios de edad avanzada con alto riesgo de resultado adversos, se ha utilizado individualmente para la investigación y práctica clínica ya que diferentes estudios toman como referencia esta prueba para diagnosticar y predecir comorbilidades relacionadas al envejecimiento (53,138–140,147,148,185–187).

6.7 Aspectos éticos

Esta investigación forma parte de un proyecto que fue aprobado por el Departamento de investigación del Instituto para la Atención de los Adultos Mayores del Estado de Hidalgo y por el Comité de Ética e Investigación del instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo con folio *CEEI-031-2019*.

6.8 Análisis estadístico

Se reportaron proporciones e intervalos de confianza al 95% o mediana y rango intercuartílico de las características sociodemográficas, antropométricas y funcionales del AM por sexo, comparando diferencias con U de Mann-Whitney. Se reportan frecuencias de diagnóstico de obesidad, dislipidemia, sarcopenia, OD, OS, VM y CmB, también se evaluaron asociaciones con prueba Chi- cuadrada por grupos (mujeres y hombres). Se desarrollaron modelos de regresión logística incorporando las variables sociodemográficas como covariables; integrando en el modelo final solo las variables que fueron estadísticamente significativas, realizando prueba post estimación de bondad de ajuste de Hosmer-Lemeshow. En todos los casos se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$; y para todos los análisis se utilizó Stata15.0 (Stata Corporation. Texas: College Station, 2015).

VII. RESULTADOS

7.1 Características sociodemográficas, antropométricas y funcionales del adulto mayor

Se reporta la información de 126 participantes con datos completos, de los cuales el 78.5 % fueron mujeres, y una mediana de edad de 71 años en el total de la muestra (95% IC= 76,77). El 48.0% (95% IC= 39.2,56.8) de los participantes se ubicaron en un nivel de 6 años de educación primaria o menos. La mayoría de los participantes no contaba con pensión, siendo más alto el porcentaje de mujeres no pensionadas (72.4%) con relación a los hombres (55.5%), y casi el total de AM reportó contar con seguridad social. El 74% (95% IC= 65.9,81.3) de AM informaron vivir acompañados; y el 46.4% (95% IC= 37.7,55.2) reportaron padecer de 2 a 4 enfermedades, siendo las más comunes, hipertensión arterial y diabetes tipo 2. En ninguna de las variables sociodemográficas se encontraron diferencias estadísticamente significativas por sexo. La mediana del peso fue de 62.3 Kg (p25:56.4 p75:71.0) siendo mayor el peso en hombres (72.1kg p25:66.0 p75:79.0) ($p < 0.05$); y se registró mayor talla longitudinal en hombres (163.5cm p25:159.1 p75:168.1) en comparación con las mujeres (149.7cm p25:146.6, p75:154.0). En cuanto al IMC se encontró una mediana de 26.7 kg/m² (p25:24.6 p75:28.9) y no se encontró diferencia por sexo. Con respecto al %MG, las mujeres tenían mayor %MG (41.8% p25:38.3 p75:45.1) en comparación con los hombres (31.4% p25:25.3 p75:37.9) ($p < 0.01$). Respecto a la CP y la CmB se reportó una mediana de 33.0 cm (p25:31.1 p75:35.0) y 29.9 cm (p25:28.0 p75:31.8), respectivamente, sin diferencias significativas entre hombres y mujeres. En lo que respecta el índice de masa músculo esquelético, los hombres presentaron una mediana de 9.9 kg/m² (p25:9.4 p75:10.4), siendo mayor con relación a las mujeres (8.3 kg/m² p25:7.7 p75:8.7) ($p < 0.01$). Por último, la mediana de la VM fue de 0.9 m/s (p25:0.7 p75:1.1) sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres; pero en la fuerza de agarre si se encontraron diferencias significativas, siendo mayor en hombres (29.6 kg p25:27.1 p75:34.8) que en mujeres (19.8 kg p25:16.5 p75:22.0) ($p < 0.05$) (Tabla 4).

Tabla 4. Características sociodemográficas y antropométricas de adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo

VARIABLES	Total (n=126)	Mujeres (n=99)	Hombres (n=27)
Sociodemográficas	% (95% IC)	% (95% IC)	% (95% IC)
Escolaridad			
Primaria o menos	48.0 (39.2,56.8)	46.9 (37.1,56.9)	51.8 (32.4,70.7)
Secundaria	29.6 (22.1,38.2)	30.6 (22.1,40.5)	25.9 (12.2,46.7)
Preparatoria o más	22.4 (15.8,30.6)	22.4 (15.1,31.9)	22.2 (0.9,42.9)
Pensionado			
Pensionado	31.4 (23.8,40.2)	27.5 (19.4,37.3)	44.4 (26.2,64.2)
No pensionado	68.5 (59.7,76.1)	72.4 (62.6,80.5)	55.5 (35.7,73.7)
Seguridad Social			
IMSS	31.2 (23.6,39.9)	27.2 (19.2,37.0)	44.4 (26.2, 64.2)
ISSSTE	26.4 (19.3,34.9)	30.3 (21.9,40.2)	14.8 (0.5, 35.1)
Seguro	35.2 (27.2,44.0)	0.2 (0.1,0.7)	33.3 (1.7, 5.4)
Ninguno	0.7 (0.3,1.3)	0.7 (0.3,1.4)	0.7 (0.1,2.7)
Vive solo			
Vive solo	25.6 (18.6,34.0)	28.2 (20.1,38.0)	14.8 (0.5,35.1)
Vive acompañado	74.4 (65.9,81.3)	71.7 (61.9,79.8)	85.1 (64.8, 94.7)
Número de enfermedades			
De 0 a 1	35.2 (27.2,44.0)	35.3 (26.4,45.4)	34.6 (18.2,55.7)
De 2 a 4	46.4 (37.7,55.2)	47.4 (37.6,57.4)	42.3 (24.1,62.7)
Mas de 4	18.4 (12.4,26.2)	17.1 (10.8,26.0)	23.0 (10.1, 44.3)
Antropométricas			
	Me (p25, p75)	Me (p25, p75)	Me (p25, p75)
Edad (años)	71 (66,77)	71 (66,77)	72 (66,78)
Peso (kg)	62.3 (56.4,71.0)	61.3 (53.8,67.1)	72.1 (66.0,79.0) *
Talla (cm)	151.9 (147.1,157.7)	149.7 (146.6,154.0)	163.5 (159.1,169.1) *
Índice de masa corporal (kg /m2)	26.7 (24.6,28.9)	27.0 (24.4,29.1)	26.1 (24.6,28.6)
Porcentaje de grasa (%)	40.5 (35.4,44.1)	41.8 (38.3,45.1)	31.4 (25.3,37.9) *
Circunferencia pantorrilla (cm)	33.0 (31.1,35.0)	32.9 (31.0,34.9)	33.8 (32.1,35.5)
Circunferencia media de brazo (cm)	29.9 (28.0,31.8)	29.8 (27.8,31.9)	30.1 (28.6,31.5)
Índice músculo esquelético (kg/m2)	8.5 (7.9,9.3)	8.3 (7.7,8.7)	9.9 (9.4,10)*
Función física			
	Me (p25, p75)	Me (p25, p75)	Me (p25, p75)
Velocidad de la marcha (m/s)	0.9 (0.7, 1.1)	0.8 (0.7,1.1)	0.9 (0.8, 1.1)
Fuerza de agarre (kg)	21.1 (17.6, 25.6)	19.8 (16.5, 22.0)	29.6 (27.1, 34.8) *

% (95% IC): Proporción e intervalo de confianza al 95%, Me (p25, p75): Mediana y percentil. *p<0.01 con prueba de Mann-Whitney.

Del total de la población, el 80.80% se identificó con obesidad, con una frecuencia mayor en las mujeres que en los hombres ($p < 0.001$). El 52.80% del total de AM fue diagnosticado con dinapenia, siendo más frecuente en mujeres con relación a los hombres ($p < 0.05$). El 18.4% de los AM fue diagnosticado con sarcopenia, siendo más frecuente en hombres que en mujeres ($p < 0.05$); la OD fue de 51.52% y 11.54% en mujeres y hombres, respectivamente ($p < 0.001$) mientras que la OS solo se encontró en el 3.20% siendo mayor en hombres que en mujeres. Por último, la CmB se encontró dentro de los parámetros de un estado de salud óptimo ($p_{25}:28.0$ $p_{75}:31.8$) y no hubo diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres (Tabla 5).

Tabla 5. Diagnóstico de obesidad, dinapenia, sarcopenia, obesidad dinapénica, obesidad sarcopénica, velocidad de la marcha disminuida y circunferencia media del brazo de los adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo

Diagnóstico	N (%) Total (n=126)	N (%) Mujeres (n=99)	N (%) Hombres (n=27)
Obesidad			
<i>Si (%MG: Hombres > 25%, Mujeres > 30%)</i>	102 (80.80)	98 (98.99)	4 (11.54) *
<i>No (%MG: Hombres ≤ 25%, Mujeres < 30%)</i>	24 (19.20)	1 (1.01)	23 (88.46)
Dinapenia			
<i>Sin (Fuerza de agarre: Hombres >30kg, Mujeres >20kg)</i>	59 (47.20)	47 (47.47)	12 (46.15)
<i>Con (Fuerza de agarre: Hombres ≤30kg, Mujeres ≤20kg)</i>	67 (52.80)	52 (52.53)	15 (53.85)
Sarcopenia			
<i>Sin (IME +Fuerza disminuida +Velocidad de la marcha disminuida)</i>	103 (81.60)	98 (98.90)	4 (15.30)
<i>Con (IME +Fuerza disminuida +Velocidad de la marcha disminuida)</i>	23 (18.4)	1 (1.0)	22 (84.62) *
Obesidad dinapénica			
<i>Si (obesidad + dinapenia)</i>	55 (43.20)	52 (51.52)	3 (11.54) *
<i>No</i>	71 (56.80)	48 (48.48)	24 (88.46)
Obesidad sarcopénica			
<i>Si (obesidad + sarcopenia)</i>	4 (3.20)	1 (1.01)	3 (11.54) *
<i>No</i>	122 (96.80)	98 (98.99)	24 (88.46)
Velocidad de la marcha			
<i>Normal (>0.8m/s)</i>	83 (65.60)	60 (60.61)	23 (84.62) +
<i>Disminuida (<0.8m/s)</i>	43 (34.40)	39 (39.39)	4 (15.38)
	Me (p25, p75)	Me (p25, p75)	Me (p25, p75)
Circunferencia media de brazo <i>(<21 cm desnutrido, >22cm saludable)</i>	29.9 (28.0,31.8)	29.8 (27.8,31.9)	30.1 (28.6,31.5)

%MG: Porcentaje de masa grasa; IME: Índice musculo esquelético. Las diferencias entre grupos se evaluaron con una χ^2 * $p < 0.05$; + $p < 0.06$. Me (p25, p75): Mediana y percentil. * $p < 0.01$ con prueba de Mann-Whitney.

7.2 Asociación de la velocidad de la marcha con obesidad dinapénica

Se elaboraron modelos de regresión logística múltiple considerando la presencia o ausencia de las variables VM disminuida y OD. Además del sexo y edad se agregaron a los modelos aquellas variables de interés para seleccionar el modelo que mantuviera significancia estadística. En la tabla 6 se presenta el procedimiento que se siguió para la inclusión de variables y los coeficientes de las variables, así como su significancia. El renglón sombreado en gris indica el modelo seleccionado.

Tabla 6. Modelos probados de asociación entre la velocidad de la marcha y obesidad dinapénica de los adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo, ajustados por variables de interés

N=126											
Modelo	Sexo	Edad	Escol	Pensión	S.S	S/A	No.Enf	Cp	CmB	IMME	VM
1	2.13*	0.09*									1.23*
2	2.22*	0.08	-.27								1.12
3	2.11*	0.09*		-.09							1.20
4	2.22*	0.08			0.47						1.19
5	2.13*	0.09*				-.01					1.23
6	2.10*	0.09					-.17				1.22
7	2.08*	0.08						-.04			1.29*
8	2.09*	0.08							-.06		1.28*
9	1.10	0.06								-.70	1.51*

Escol: Escolaridad, S.S: Seguridad social, S/A: vive solo o acompañado, No.Enf: número de enfermedades, Cp: Circunferencia de pantorrilla, CmB: Circunferencia media del brazo, IMME: Índice musculo esquelético, VM: Velocidad de la marcha. Valor p <0.05*.

De acuerdo con los OR obtenidos, se encontró que, en presencia de una VM disminuida hay 3.4 veces el riesgo de padecer OD (95% IC= 1.41-8.30) controlando por las variables de edad y sexo (p<0.005); identificando además que en mujeres con VM disminuida presentan un riesgo de 8.4 veces de padecer OD en comparación con los hombres (95% IC= 2.16-33.12) (Tabla 7).

Tabla 7. Asociación entre la velocidad de la marcha y la obesidad dinapénica en adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo

Parámetro	RM (95% IC)	p
Velocidad de la marcha		0.006
Normal	1	
Disminuida	3.42 (1.41,8.30)	
Edad	1.10 (1.03,1.17)	0.005
Sexo		0.002
Hombres	1	
Mujeres	8.4 (2.16,33.12)	

Modelo de regresión logística ajustado por edad y sexo. RM = Razón de momios; 95% IC =Intervalo de confianza al 95%; Se consideró un valor de $p < 0.01$.

7.2.1 Evaluación del modelo de asociación de velocidad de la marcha con obesidad dinapénica

Tras la selección del modelo final, se procedió a evaluar la bondad de ajuste del modelo mediante la prueba de Hosmer-Lemeshow, la cual se basa en la distribución de χ^2 . Esta prueba tiene como hipótesis nula que el modelo evaluado se ajusta bien a los datos. Tras la realización de esta prueba se obtiene un valor $p = 0.7046$ que nos conduce a no rechazar la H_0 .

Por otro lado, también se evaluó la multicolinealidad del modelo, el cuál indica el factor de inflación de la varianza de las variables involucradas en el modelo, obteniendo un valor menor a 10, lo que permite concluir que no hay multicolinealidad entre las covariables.

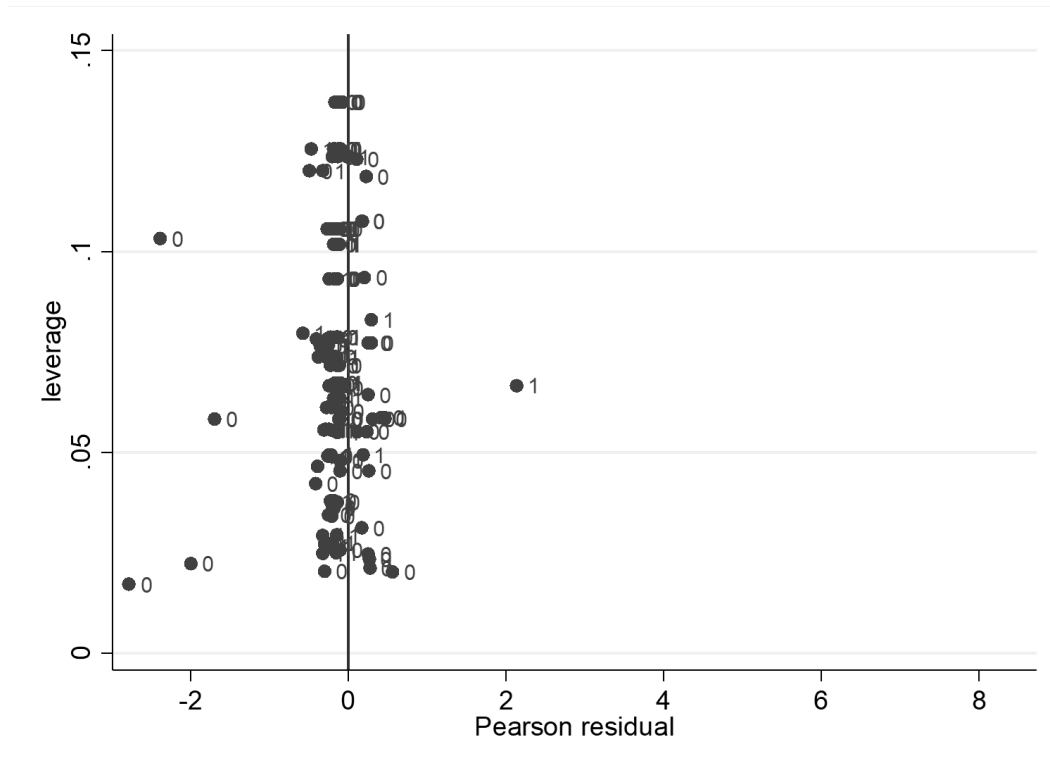


Figura 5. Puntos extremos del modelo de asociación de velocidad de la marcha y obesidad dinapénica

En la figura 5 se muestran los puntos extremos que tiene el modelo, los cuales son solo 5 (4 hombres y 1 mujer) que se destacan por tener valores dentro de los parámetros de la OS por lo que esto puede explicar la mayor incidencia de OD que OS.

7.3 Asociación de la circunferencia media del brazo con obesidad sarcopénica.

Se elaboraron modelos de regresión logística múltiple considerando la presencia o ausencia de OS y la CmB como variable cuantitativa continua. Debido a que solo se encontraron 4 casos de OS, solo se agregó sexo como variable de ajuste. Se agregaron a los modelos aquellas variables de interés para seleccionar el modelo que mantuviera significancia estadística. En la tabla 8 se presenta el procedimiento que se siguió para la inclusión de variables y los coeficientes de las variables, así como su significancia. El renglón sombreado en gris indica el modelo seleccionado.

Tabla 8. Modelos probados de asociación entre la circunferencia media del brazo (CmB) y obesidad sarcopénica de los adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo, ajustados por variables de interés

N=126				
Modelo	Sexo	Edad	CmB	Cp
1	2.54*			
2	2.55*	0.027		
3	2.79*		-0.22	
4	2.97			-0.25

Cp: Circunferencia de pantorrilla, CmB: Circunferencia media del brazo. Valor $p < 0.05^*$.

De acuerdo con los valores de OR, se encontró que por cada disminución de 0.22 cm en la CmB habrá un aumento de OS (95% IC= 0.67,0.21), y este riesgo es mayor en hombres que en mujeres; sin embargo, esta asociación no fue estadísticamente significativa (Tabla 9).

Tabla 9. Asociación entre la circunferencia media del brazo y la obesidad sarcopénica en adultos mayores de los CGI del estado de Hidalgo

Parámetro	RM (95% IC)	p
Circunferencia media del brazo	-0.22 (-0.67,0.21)	0.309
Sexo	2.79 (0.33,5.24)	0.026*

Modelo de regresión logística ajustado por edad. RM = Razón de momios; IC = 95% Intervalo de confianza; * $p < 0.05$.

Dado que no se encontró una asociación significativa entre la CmB con la OS, no se realizó la evaluación de ajuste del modelo.

VIII DISCUSIÓN

8.1 Composición corporal, diagnóstico de obesidad dinapénica y sarcopénica en el adulto mayor

Se confirmó que existen diferencias antropométricas como peso, talla y de composición corporal como el %MG entre hombres y mujeres AM, siendo estos resultados similares a un estudio de Mariana López *et al.* (188) donde se evaluó una población representativa de AM ambulatorios mexicanos de la cual se encontró que los hombres mostraban mayor talla que las mujeres, mientras que la mujeres presentaron mayor prevalencia de obesidad.

Por otro lado, el IMC fue similar en ambos sexos, por lo que de acuerdo con los parámetros de la OMS, nuestra población se clasifica dentro de la categoría de sobrepeso; sin embargo, se ha reportado que este parámetro puede tener algún sesgo, al no considerar la adiposidad (189), ya que al evaluar el %MG, la mediana de la población total se encontraba en la categoría de obesidad, sugiriendo una variación de la MG entre individuos con un mismo valor de IMC (39). Asimismo, diferentes estudios han evaluado la presencia de obesidad por circunferencia de cintura (3,9,190); sin embargo, esta sigue sin representar de forma precisa la MG corporal total, por lo que consideramos que para evaluar la OD y la OS por %MG mediante bioimpedancia es uno de los puntos más relevantes de esta investigación.

Un estudio de Zambone *et al.* (191) donde evaluaron AM brasileños, se encontró que el método de BIA tiene mayor sensibilidad como prueba de cribado para diagnosticar pacientes con morbilidades. Por otra parte un estudio de Perna *et al.* (192) demostró que el uso de BIA es una buena alternativa para la estimación de grasa corporal en pacientes mayores de 65 años con sobrepeso u obesidad, como lo corroboramos en el presente estudio.

Como ya se mencionó, en esta investigación, se evaluó la masa muscular con BIA utilizando los criterios de EWGSOP1 donde se encontró que la mediana de los AM evaluados estaba dentro de la categoría de sarcopenia, principalmente en hombres, mientras que las mujeres se encontraban en la categoría de masa muscular normal, estos hallazgos concuerdan con los presentados en el estudio de Hilal *et al.* (193) donde al comparar en pacientes italianos de 65 años, los parámetros propuestos por la EWGSOP1 y EWGSOP2 mostraron que en ambos parámetros la incidencia de baja masa muscular era mayor en hombres que en mujeres.

Se ha demostrado que la evaluación de composición corporal mediante los criterios de EWGSOP1 y EWGSOP2 tienen diferencias significativas entre sí; una revisión sistemática de Lara Vilar *et al.* (194) al comparar la prevalencia de sarcopenia en adultos mayores entre ambos criterios, de los cuales se demostró que la EWGSOP2 tuvo menor eficiencia para predecir mayor riesgo de hospitalización y/o mortalidad, en comparación con la EWGSOP1, corroborando estos resultados más tarde con un estudio transversal de Stuck *et al.* (195) donde evaluó en personas con una edad entre 70 a 90 años la fuerza de agarre, la cual fue significativamente menor cuando se evaluó mediante los criterios de la EWGSOP2 sugiriendo que el uso de estos parámetros también subestima el rendimiento físico. Recientemente otro estudio (196), describió la aplicabilidad de ambos criterios para la identificación de sarcopenia y OS el cual demostró que los criterios de la EWGSOP1 tenían mejor sensibilidad y especificidad, identificando un 3,0% de falsos negativos en comparación de la EWGSOP2 que identificó un 33,3%, siendo estadísticamente significativa esta diferencia, coincidiendo en el presente estudio que los parámetros utilizados para diagnosticar dinapenia y sarcopenia, son los propuestos por la EWGSOP1.

En cuanto al a circunferencia de pantorrilla y circunferencia media del brazo, nuestro estudio demostró que mediante los parámetros del MNA, nuestra población se encuentra entre la clasificación de saludables, coincidiendo con Chien *et al.* (197) quienes evidenciaron que a medida que aumenta la CmB y la circunferencia de pantorrilla, tienen menor riesgo de mortalidad como también se encontró en nuestro estudio con referencia a la CmB.

8.2 Velocidad de la marcha disminuida y su relación con la obesidad dinapénica

En esta investigación se evidenció que la disminución de VM puede predecir el riesgo de OD en adultos mayores ambulatorios, fortaleciendo la hipótesis de una asociación directa de la VM lenta con el riesgo de obesidad y disminución de la fuerza muscular. Un estudio realizado en AM de 65 años portugueses, reportó que, en mujeres con sobrepeso u obesidad, la probabilidad de marcha lenta fue aproximadamente 2 y 4 veces mayor, respectivamente; y en los hombres el riesgo se redujo a la mitad (13); esta asociación se incrementa en estados de riesgo de desnutrición en el AM, principalmente en mujeres, y se ha observado que AM con valores crecientes del %MG tienen una mejor VM (198), mostrando así, que estados de

nutrición alterados por deficiencias o excesos, afectan la funcionalidad de las personas mayores de 60 años. Es evidente que existe un impacto de la adiposidad en la función muscular del AM; un estudio realizado en este grupo de edad en taiwaneses con dinapenia, utilizando los mismos parámetros del presente estudio (%MG >30% en mujeres y >25%) en hombres, y los parámetros de VM y dinapenia propuestos por la EWGSOP), comprobó que el uso de %MG evaluado con bioimpedancia, tuvo un mejor pronóstico para estimar la baja función muscular y la VM disminuida, sugiriendo que la dinapenia en conjunto con la obesidad, muestran mayor riesgo de eventos adversos y que los AM con VM disminuida también tenían parámetros de obesidad altos (199). Con esto último se puede demostrar que el aumento concomitante de la grasa corporal puede influir en una disminución de la fuerza muscular y VM, en la población de AM.

Lo anterior podría explicarse debido a que la grasa visceral metabólicamente activa, aumenta las citoquinas pro inflamatorias, así como el factor de necrosis tumoral- α , que contribuye al desarrollo y progresión de la sarcopenia y dinapenia (111), por la infiltración de grasa en el musculo esquelético, lo que puede conducir a la disminución de la fuerza muscular, alteraciones metabólicas y limitación física en los AM (199).

Se ha demostrado que la función muscular es más sensible a una privación nutricional y reacciona antes que los cambios en la composición corporal (200) (201), por lo que la clave para identificar AM con riesgo de limitaciones físicas se encuentra en el estudio de los problemas nutricionales más frecuentes en esta población para prevenir el deterioro de funcionalidad.

Actualmente existen dos definiciones operacionales para evaluar el conjunto de obesidad y dinapenia, como son la OD, evaluada por %MG e IMC, y obesidad abdominal dinapénica; sin embargo, ambas condiciones pueden presentarse de forma independiente como parte natural del envejecimiento (9). La investigación que se presenta demostró que la OD por medio de %MG se asoció con la disminución de la marcha, lo que no observamos con la OD medida por IMC ya que nuestra población en su mayoría se clasifica con sobrepeso de acuerdo al IMC propuesto por la OMS. Un estudio longitudinal de Batsis *et al.* (202) en AM estadounidenses con OD tenían un IMC $> 30\text{kg/m}^2$ en comparación con los que solo tenían dinapenia con un IMC de $26.2 \pm 2.3 \text{ kg/m}^2$, cifra similar a la que presento nuestra población

la cual tuvo una mediana de 26.7 kg/m². Por otro lado, un estudio de Giuliani *et al.* (203) que consideraron los mismos parámetros de obesidad por IMC y en población también estadounidense que Batsis *et al.* (202), se encontró que los AM, que diagnosticaron con obesidad, tenían una talla 176.7 cm, mientras que los AM de nuestro estudio tienen una estatura baja (151.9 cm p25:147.1 p75:157.7) debido a que en México aún se considera como obesidad un IMC entre 23 o 25 kg/m² en tallas bajas (46). Esto evidencia que la estandarización del diagnóstico de la OD mediante IMC en AM, no es el óptimo debido a las diferencias antropométricas que hay entre estos estudios con la muestra estudiada.

8.3 La circunferencia media del brazo y su relación con la obesidad sarcopénica

En la actualidad no hay estudios que relacionen la CmB con la OS, por lo que el presente estudio es uno de los primeros en evaluar esta asociación. De acuerdo al análisis del modelo de regresión logística de OS con CmB, se observó que la disminución en la CmB no tuvo relación con OS, debido a que los AM evaluados se encontraban entre los parámetros normales de CmB. Por otro lado, la CmB se ha asociado como un indicador de obesidad y sarcopenia, resultados descritos por Chao *et al.* (153) mostraron que al asociar la CmB con la osteoporosis en AM de 40 a 90 años, había una relación inversa, donde por cada aumento de la CmB el riesgo de osteoporosis disminuye; al mismo tiempo, correlacionó el uso de la CmB con la evaluación de sarcopenia mediante DXA, indicando que el uso de CmB puede ayudar al cribado y diagnóstico precoz de osteoporosis y sarcopenia en AM, principalmente en hombres. En el mismo sentido, un estudio realizado por Vincezo *et al.* (154) que comparó el uso de DXA con la CmB confirmó el diagnóstico de presarcopenia con una sensibilidad del 89% en mujeres y 94% en hombres.

En el caso de la obesidad, la CmB también se ha evidenciado como predictor de obesidad central y resistencia a la insulina, estas mismas alteraciones han sido relacionadas con la OS debido a que el aumento en la resistencia a la insulina misma que puede disminuir la síntesis proteica, ocasionando una resistencia anabólica y un aumento catabólico de las células musculares (15,106,152); siendo estos resultados en conjunto indicativos de que la CmB es un predictor de comorbilidades nutricionales como la obesidad, sarcopenia y OS; sin embargo, nuestros resultados nos indicarían que el motivo por el cual no se encontró

suficientes casos de OS puede deberse a que nuestra población cumple con una CmB saludable.

Dentro de los resultados obtenidos se encontró que los AM con obesidad (80.80%) fueron los mismos que no tenía sarcopenia, a su vez, los AM que no se diagnosticaron con obesidad se encontraban dentro de los parámetros con sarcopenia (18.4%). Resultados similares se mostraron en 549 AM ambulatorios en Taiwan donde el 62.0% tenía obesidad y solo el 6.1% tenía sarcopenia, por lo que sugiere que es razonable encontrar que las personas mayores con sarcopenia pero sin obesidad tienen mayor riesgo de tener un estado nutricional anormal (204); a esta interacción puede atribuirse el término de “paradoja de la obesidad” donde la obesidad representa un factor protector de la sarcopenia (189,205); además se encontró en los AM de Taiwan una prevalencia de 0.6% de OS lo cual recalca que la baja incidencia de esta enfermedad puede deberse al tipo de población estudiada, la cual es ambulatoria, como la de nuestro estudio (204).

8.4 Disociación entre la obesidad dinapénica y obesidad sarcopénica en adultos mayores ambulatorios

Uno de los principales hallazgos del presente estudio fue encontrar mayor incidencia de OD que OS, esto puede deberse a que se ha demostrado que la sarcopenia puede ser secundaria a los efectos de la dinapenia, es decir, que es aún más rápida la pérdida de fuerza muscular que la masa muscular (79), puesto que el aumento de grasa intramuscular y de la grasa intermuscular con la edad, está relacionada con la dinapenia, incluso si no existe a su vez una disminución de la masa muscular. Al respecto, en un estudio longitudinal de Poggiogalle *et al.* (123) que evaluó mujeres AM italianas de entre 65 ± 13.9 años de edad con y sin síndrome metabólico, demostraron que las participantes con obesidad y metabólicamente insanas tenían menos fuerza muscular que las participantes con mejor salud, destacando también, que entre los grupos evaluados, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la disminución de la masa muscular, orientando que conforme aumenta la edad, existe una disminución de la fuerza muscular y no necesariamente de la masa muscular y que en conjunto con un aumento e infiltración de la grasa sobre el músculo a largo plazo,

incrementa el riesgo de OS, por lo que estos resultados podrían explicar lo observado en este estudio.

Por otra parte, las prevalencia entre OD y OS como las que se encontró en este estudio son similares a un estudio longitudinal con un seguimiento de 5 años (4), que evaluó la prevalencia de estas dos afecciones en 274 AM ambulatorios de Italia (177 mujeres y 97 hombres), donde encontraron que solo el 8% de la población padecía de OS, destacando que los AM con OD tenían mayor riesgo de discapacidad e ingreso hospitalario durante el periodo estudiado, lo que no se encontró con la OS, como ocurrió con nuestro estudio con relación a la VM.

IX. CONCLUSIONES

La VM disminuida y la CmB se han utilizado como instrumentos de detección de signos de fragilidad del AM, siendo esta la razón por la cual el presente estudio tuvo como objetivo principal, analizar mediante modelos de regresión, la relación entre la VM disminuida con la OD y la CmB con la OS, ya que a pesar de que estas enfermedades son poco reconocidas dentro del entorno institucional, sus factores fisiológicos pueden prevenirse durante el proceso de envejecimiento. Actualmente, los cambios en la composición corporal del AM, han cobrado relevancia debido al aumento de la demanda de la atención de servicios de salud de primer nivel, por lo que se requieren intervenciones que favorezcan a este grupo de edad.

A continuación, se mencionan las conclusiones a las que se llegaron de acuerdo con cada uno de los objetivos específicos planteados.

En cuanto al primer objetivo, sobre la descripción de las características sociodemográficas, indicadores antropométricos y de composición corporal del AM

- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todas las variables sociodemográficas, ambos grupos se encontraba entre las mismas condiciones.
- Se confirmó que había diferencia estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en cuanto los indicadores antropométricos y de composición corporal de los cuales se destaca que el peso y %MG fue mayor en mujeres, mientras que el IMME y la talla fue mayor en hombres.

Con lo que respecta al segundo objetivo sobre la descripción de la fuerza muscular y rendimiento físico de los participantes.

- La VM no tuvo diferencias estadísticamente significativas tanto en mujeres como hombres, dado que esta se mantuvo en una distancia de 0.8m/s en mujeres y de 0.9m/s en hombres.

- La Fuerza de agarre si tuvo diferencias estadísticamente significativas, siendo mayor en hombres que en mujeres; sin embargo, ambos grupos se encuentran dentro de la categoría de baja fuerza muscular.

Considerando la proporción de AM con obesidad, dinapenia, sarcopenia, OD, OS, VM disminuida y CmB disminuida, se concluye que:

- Las mujeres presentaron mayor frecuencia de obesidad que los hombres, con diferencias estadísticamente significativas.
- Dentro de la categoría de dinapenia no hubo diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres.
- La proporción de AM con sarcopenia, si tuvo diferencias estadísticamente significativas y esta fue mayor en hombres que en mujeres.
- En cuanto a la condición de OD, se encontraron diferencias estadísticamente significativas, debido a que las mujeres se encontraron en su mayoría dentro de la categoría de OD que los hombres.
- Dentro de la categoría de OS, solo se identificó el 3% de la población semejante a la categoría de sarcopenia. La OS, fue mayor en hombres que en mujeres, siendo también, estadísticamente diferente.
- La VM disminuida demostró tener una diferencia parcial entre hombres y mujeres, ya que aparentemente las mujeres tenían menor desempeño de la VM que los hombres.
- Por último, la CmB, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, debido a que el total de la muestra estudiada tenían valores mayores de 22 cm, que de acuerdo con em MNA se considera óptimo.

Finalmente, en cuanto al último objetivo, sobre evaluar la asociación de las variables de interés de este estudio.

- En adultos mayores ambulatorios la velocidad de la marcha disminuida resultó ser un indicador útil con potencial para identificar problemas nutricionales, como la

obesidad dinapénica, destacando la importancia de incorporar las pruebas de capacidad funcional en los servicios de atención primaria a la salud y nutrición.

- Aunque la literatura ha evidenciado que la CmB tiene relación con la sarcopenia y el aumento de grasa corporal como indicadores de riesgo nutricionales, en nuestro estudio no se encontró dicha relación. Una hipótesis para este resultado es el limitado número de participantes y la homogeneidad en la CmB.

X. LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se mencionan las limitantes que tuvo el presente estudio, así como algunas recomendaciones para futuras investigaciones interesadas en continuar ahondando en el conocimiento de indicadores de riesgo y su asociación con enfermedades como la OD y OS.

- Una de las primeras limitaciones, fue con respecto a la falta de estandarización del diagnóstico de la OD y OS, dado que, como se ha mencionado, existen diferentes métodos para su evaluación por lo que esto dificulta el análisis y homogeneidad entre otros estudios.
- Con respecto al aspecto metodológico, el diseño de estudio de tipo transversal impide la total aseveración con respecto a la progresión de la enfermedad y de la disminución de la VM conforme al proceso de envejecimiento.
- Respecto a la población, la cantidad de participantes en general y por sexo no fue representativa; sin embargo, esta investigación puede ser punto de partida para futuros estudios.

Recomendaciones

Para seguimiento de este estudio se recomienda considerar los siguientes puntos:

- Utilizar una muestra más amplia y heterogénea, incluyendo AM ambulatorios y asilados.
- Realizar una investigación de diseño tipo longitudinal evaluando la VM en adultos mayores en comunidad y otro en adultos mayores residentes de estancias diurnas para conocer la relación que tiene con la progresión de la fragilidad y mortalidad.
- Evaluar la fuerza muscular tanto de la fuerza de extensión de rodilla como de la presión de la empuñadura del brazo.
- Realizar la evaluación de la composición corporal mediante DXA y una comparación con el uso de BIA.
- Utilizar otros métodos de evaluación de la VM cronometrada como el sistema electrónico de GAITRite Platinum; CIR systems, Sparta, así como evaluar la plasticidad de la marcha.

XI. REFERENCIAS

1. Chain A, Faerstein E, Wahrlich V, Bezerra FF. Obesity, dynapenia, and their combination: Implications for bone mineral density in Brazilian adults the Pró-Saúde study. *Nutrition*. 2021;81(1):110898.
2. Cuthbertson DJ, Bell JA, Ng SY, Kemp GJ, Kivimaki M, Hamer M. Dynapenic obesity and the risk of incident Type 2 diabetes: the English Longitudinal Study of Ageing. *Diabet Med*. 2016;33(8):1052–9.
3. Máximo R de O, Santos JLF, Perracini MR, de Oliveira C, Duarte YA de O, Alexandre T da S. Abdominal obesity, dynapenia and dynapenic-abdominal obesity as factors associated with falls. *Brazilian J Phys Ther*. 2019;23(6):497–505.
4. Rossi AP, Urbani S, Fantin F, Nori N, Brandimarte P, Martini A, et al. Worsening Disability and Hospitalization Risk in Sarcopenic Obese and Dynapenic Abdominal Obese: A 5.5 Years Follow-Up Study in Elderly Men and Women. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11(6):314.
5. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998; 15;147(8):755–63.
6. Jura M, Kozak LP. Obesity and related consequences to ageing. *Age (Omaha)*. 2016;38(1):23.
7. Manini TM, Clark BC. Dynapenia and aging: An update. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2012;67(1):28–40.
8. Lombardo M, Boaria A, Aulisa G, Padua E, Annino G. Sarcopenic obesity : etiology and lifestyle therapy. 2019;23(16):7152–62.
9. Rossi AP, Fantin F, Caliarì C, Zoico E, Mazzali G, Zanardo M, et al. Dynapenic abdominal obesity as predictor of mortality and disability worsening in older adults: A 10-year prospective study. *Clin Nutr*. 2016;35(1):199–204.
10. Bouchard DR, Janssen I. Dynapenic-obesity and physical function in older adults. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2010;65(1):71–7.
11. Yang M, Jiang J, Hao Q, Luo L, Dong B. Dynapenic Obesity and Lower Extremity Function in Elderly Adults. *J Am Med Dir Assoc*. 2015;16(1):31–6.
12. Rangel P, Alemán H, Barreiro MDLAA, Ruiz V, RE, Ramírez M, Urquidez R. Differences in Body Composition in Older People from Two Regions of Mexico: Implications for Diagnoses of Sarcopenia and Sarcopenic Obesity. *Biomed Res Int*. 2018;9:7538625.
13. Mendes J, Borges N, Santos A, Padrão P, Moreira P, Afonso C, et al. Nutritional status and gait speed in a nationwide population-based sample of older adults. *Sci Rep*. 2018;8(1):1–8.

14. Afilalo J, Mottillo S, Xue X, Colacone A, Morais JA, Delaney JS, et al. Frailty and adverse outcomes in older adults being discharged from the emergency department: A prospective cohort study. *Can J Emerg Med.* 2019;22(1):65–73.
15. Chao YP, Lai YF, Kao TW, Peng TC, Lin YY, Shih MT, et al. Mid-arm muscle circumference as a surrogate in predicting insulin resistance in non-obese elderly individuals. *Oncotarget.* 2017;8(45):79775–84.
16. Bering T, Diniz KGD, Coelho MPP, Vieira DA, Soares MMS, Kakehasi AM, et al. Association between pre-sarcopenia, sarcopenia, and bone mineral density in patients with chronic hepatitis C. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2018;9(2):255–68.
17. OMS. Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud. Estados Unidos de América Latina; 2015.
18. CNDH. Los derechos de las personas mayores. México;2018.
19. Pons-Delgado S, Delgado-Labrada V, et al. Apreciación de la calidad de vida en el adulto mayor. *Multimed.* 2018;22(1):39–50.
20. Alexandre TDS, Corona LP, Nunes DP, Santos JLF, Duarte YAO, Lebrão ML. Similarities among factors associated with components of frailty in elderly: SABE Study. *J Aging Health.* 2014;26(3):441–57.
21. CEPAL. Etapas del proceso de envejecimiento demográfico de los países de América Latina y el Caribe y desafíos respecto del cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Consenso de Montevideo sobre Población y Desarrollo. *Boletín Envejecimiento y Desarrollo N° 19.* 2021.
22. United Nations. World population prospects 2019. Department of Economic and Social Affairs. *World Population Prospects 2019.* 2019.
23. OMS. 10 datos sobre el envejecimiento y la salud. WHO. 2017. Encontrado en: <http://www.who.int/features/factfiles/ageing/es/>.
24. ONU. Creciendo a un ritmo menor, se espera que la población mundial alcanzará 9.700 millones en 2050 y un máximo de casi 11.000 millones alrededor de 2100: Informe de la ONU. *Perspect la Población Mund 2019.* 2019;1:1–4.
25. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Datos nacionales (2017 reporte). Estadísticas a propósito del día internacional de las personas de edad. Encontrado en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2017/edad2017_nal.pdf
26. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Estructura de la población 2000, 2010 Y 2020. 2021. Encontrado en: <http://censo2020.mx/>
27. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo de población y vivienda 2020. Comunicado de prensa. 2020;21-21.

28. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Panorama Sociodemográfico de México. 2016;49.
29. WHO. Nutrition. 2015; Encontrado en: <http://www.who.int/topics/nutrition/es/>
30. Ahmed T, Haboubi N. Clinical Interventions in Aging Dovepress Assessment and management of nutrition in older people and its importance to health. *Clinical Interventions in Aging*. 2010;5(8):207-216.
31. Leslie W, Hankey C. Aging, Nutritional Status and Health. *Healthcare*. 2015;3(3):648–58.
32. Zhou X, Perez-Cueto FJA, Dos Santos Q, Monteleone E, Giboreau A, Appleton KM, et al. A systematic review of behavioural interventions promoting healthy eating among older people. *Nutrients*. 2018;10(2):1–18.
33. Newberry C, Dakin G. Nutrition and Weight Management in the Elderly. *Clin Geriatr Med*. 2021;37(1):131–40.
34. Alvarado-García A, Lamprea-Reyes L, Murcia-Tabares K. La nutrición en el adulto mayor: una oportunidad para el cuidado de enfermería. *Enfermería Univ*. 2017;14(3):199–206.
35. Marsman D, Belsky · D W, Gregori · D, Johnson · M A, Low Dog · T, Meydani · S, et al. Healthy ageing: the natural consequences of good nutrition-a conference report. *Eur J Nutr*. 2018;57(3):15–34.
36. Yang YX, Chong MS, Lim WS, Tay L, Yew S, Yeo A, et al. Validity of estimating muscle and fat volume from a single MRI section in older adults with sarcopenia and sarcopenic obesity. *Clin Radiol*. 2017;72(5):427.e9-427.e14.
37. Batsis JA, Villareal DT. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies HHS Public Access. *Nat Rev Endocrinol*. 2018;14(9):513–37.
38. Zuñiga R. Conceptos básicos sobre obesidad sarcopénica en el adulto mayor. *Rev Clínica Esc Med UCR-HSJD*. 2015;5(3):1–7.
39. Smalley K, Knerr N, Kendrick V, Colliver A. Reassessment of body mass indices. *Am J Clin Nutr*. 1990;52(3):405–8.
40. Organización Panamericana de la Salud; Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Modulo I. Valoración clínica del adulto mayor. México: OPS;2–18.
41. Bauce G, Bouchard C, James WPT. Definitions and proposed current classifications of obesity. *Handbook of Obesity*. New York: Marcel Dekker; 1998:31–40.
42. Suaverza A, Haua K. El ABCD de la Evaluación del Estado Nutricional. México: Mc Graw Hill; 2010.
43. WHO. El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Ginebra; 1995.

Informe Nro.: 854.

44. OMS. Obesidad y sobrepeso. 2021. Encontrado en: <https://www.who.int/features/factfiles/obesity/facts/es/>
45. Bray Ga BC. Definitions and proposed current classifications of obesity. Handb obesity New York Marcel Dekker. 1998;31–40.
46. IMSS. Evaluación y seguimiento nutricional del Adulto Mayor en el Primer Nivel de Atención. Guía de práctica clínica. Instituto Mexicano del Seguro Social (México). 2014;1–63
47. Nutrition N. Cribado nutricional Guía para rellenar el formulario Mini Nutritional Assessment (MNA®) Cribar e intervenir. La nutrición puede hacer la diferencia. 2009;1–20.
48. Govantes BY, Ortiz RR, Lantigua MM. Evaluación nutricional en adultos mayores discapacitados. Rev Cub de Med Fis y Rehab. 2018;10(1):23–34.
49. Salvà Casanovas A. El Mini Nutritional Assessment: Veinte años de desarrollo ayudando a la valoración nutricional. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2012;47(6):245–6.
50. Calderón Reyes ME, Ibarra Ramírez F, García J, Gómez Alonso C, Rodríguez-Orozco AR. Evaluación nutricional comparada del adulto mayor en consultas de medicina familiar. Nutr Hosp. 2010;25(4):669–75.
51. Rosenberg IH. Summary comments. Am J Clin Nutr. 1989;50(5):1231–3.
52. Dutta C. Significance of Sarcopenia in the Elderly. J Nutr. 1997;127(5):992S–993S.
53. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing. 2010;39(4):412–23.
54. Velázquez C, Irigoyen ME. Sarcopenia : Una entidad de relevancia clínica actual. Rev. Hosp. Ital. 2011;12(1):22–33.
55. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing. 2019;48(1):16–31.
56. Fuggle NR, Pgcert M, Mrcp H, Shaw SC, Dennison EM, Bchir MB, et al. Sarcopenia. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2017;31(2):218–242.
57. Dhillon RJ, Hasni S. Pathogenesis and Management of Sarcopenia. Clin Geriatr Med. 2017;33(1):17–26.
58. Bermejo LM. Problemática nutricional relacionada con la fragilidad y la sarcopenia en personas de edad avanzada. Nutr Hosp. 2019;36(3):49–52.
59. Chen LY, Wu YH, Liu LK, Lee WJ, Hwang AC, Peng LN, et al. Association among

serum insulin-like growth factor-1, frailty, muscle mass, bone mineral density, and physical performance among community-dwelling middle-aged and older adults in Taiwan. *Rejuvenation Res.* 2018;21(3):270–277.

60. Bano G, Trevisan C, Carraro S, Solmi M, Luchini C, Stubbs B, et al. Inflammation and sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Maturitas.* 2017;96:10–5.
61. Argilés JM, Busquets S, López-Soriano FJ, Figueras M. Fisiología de la sarcopenia. Similitudes y diferencias con la caquexia neoplásica. *Nutr Hosp.* 2006;21(3):38–45.
62. Federación Española de Enfermedades Neuromusculares. El Músculo esquelético. Saber & entender. España; 2003. Informe Nro.:1.
63. Nemerovsky J. Sarcopenia. *Rev Argentina Gerontol y Geriatria.* 2016;28–33.
64. Lexell J, Taylor CC, Sjöström M. What is the cause of the ageing atrophy?. Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci.* 1988;84(2–3):275–94.
65. Tomlinson BE, Irving D. The numbers of limb motor neurons in the human lumbosacral cord throughout life. *J Neurol Sci.* 1977;34(2):213–9.
66. Doherty TJ, Brown WF. Age-related changes in the twitch contractile properties of human thenar motor units. *J Appl Physiol.* 1997;82(1):93–101.
67. Cruz-Jentoft AJ, Pierre Baeyens J, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* 2010;39(4):412–23.
68. Chumlea WC, Cesari M, Evans WJ, Ferrucci L, Fielding RA, Pahor M, et al. Sarcopenia: designing phase IIB trials. *J Nutr Health Aging.* 2011;15(6):450–5.
69. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: Consensus report of the Asian working group for sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2014;15(2):95–101.
70. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH sarcopenia project: Rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2014;69 A(5):547–58.
71. Abellan Van Kan G, Houles M, Vellas B. Identifying sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2012;15(5):436–41.
72. Guralnik JM. Short Physical Performance Battery (SPPB). National Institute on Aging. U.S. 2014. Encontrado en: <https://www.nia.nih.gov/research/labs/leps/short-physical-performance-battery-sppb>
73. Gadelha AB, Vainshelboim B, Ferreira AP, Neri SGR, Bottaro M, Lima RM. Stages of sarcopenia and the incidence of falls in older women: A prospective study. *Arch*

- Gerontol Geriatr. 2018;79(19):151–7.
74. Bahat G, Oren MM, Yilmaz O, Kiliç C, Aydin K, Karan MA. Comparing sarc-f with sarc-calf to screen sarcopenia in community living older adults. *J Nutr Heal Aging*. 2018;22(9):1034–8.
 75. Clark BC, Manini TM. Sarcopenia igual o diferente a Dynapenia. 2008;63(8):829–34.
 76. Brian C. Clark, Ph.D.a, Todd M. Manini PD. What is dynapenia? *Nutrition*. 2012;28(5):495–503.
 77. C. Clark B, L. Taylor J. Age-Related Changes in Motor Cortical Properties and Voluntary Activation of Skeletal Muscle. *Curr Aging Sci*. 2012;4(3):192–9.
 78. Clark LA, Manini TM, Wages NP, Simon JE, Russ DW, Clark BC. Reduced Neural Excitability and Activation Contribute to Clinically Meaningful Weakness in Older Adults. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2021;76(4):692–702.
 79. Clark BC, Manini TM. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010;13(3):271–6.
 80. Bohannon RW, Magasi SR, Bubela DJ, Wang YC, Gershon RC. Grip and Knee extension muscle strength reflect a common construct among adults. *Muscle and Nerve*. 2012;46(4):555–8.
 81. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip strength across the life course: Normative data from twelve British studies. *PLoS One*. 2014;9(12):1–15.
 82. T. Silva Alexandre, Y.a. Oliveira DuarTe, J.I. Ferreira Santos, R.Wong LeBrÃO M I. Sarcopenia According To The EWGSOP. *J Nutr Health Aging*. 2014;18(5):547–53.
 83. Kobayashi K, Imagama S, Ando K, Nakashima H, Machino M. Dynapenia and physical performance in community-dwelling elderly people in Japan. *Nagoya J med Sci*. 2020;82(3):415–24.
 84. Neves T, Ferriolli E, Martin Lopes MB, Crespilho Souza MG, Fett CA, Rezende Fett WC. Prevalence and factors associated with sarcopenia and dynapenia in elderly people. *J Frailty, Sarcopenia Falls*. 2018;03(04):194–202.
 85. Koster A, Ding J, Stenholm S, Caserotti P, Houston DK, Nicklas BJ, et al. Does the amount of fat mass predict age-related loss of lean mass, muscle strength, and muscle quality in older adults? *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2011;66 A(8):888–95.
 86. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia , dynapenia , and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength ; a quantitative review. *Front Physiol*. 2012;3:260.
 87. Mori H, Kuroda A, Matsuhisa M. Clinical impact of sarcopenia and dynapenia on

- diabetes. *Diabetol Int.* 2019;10(3):183–7.
88. Benjumea A-M, Curcio C-L, Duque G, Gómez F. Dynapenia and Sarcopenia as a Risk Factor for Disability in a Falls and Fractures Clinic in Older Persons. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018;6(2):344–349.
 89. Barichella M, Pinelli G, Iorio L, Cassani E, Valentino A, Pusani C, et al. Sarcopenia and Dynapenia in Patients With Parkinsonism. *J Am Med Dir Assoc.* 2016;17(7):640–6.
 90. De Mello RGB, Dalla Corte RR, Gioscia J, Moriguchi EH. Effects of Physical Exercise Programs on Sarcopenia Management, Dynapenia, and Physical Performance in the Elderly: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *J Aging Res.* 2019;20(11):1959486.
 91. Suárez-Carmona W, Jesús Sánchez-Oliver A, Antonio González-Jurado J. Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual. *Rev Chil Nutr.* 2017;44(3):226–233.
 92. OMS. Obesidad y sobrepeso. 2021. Encontrado en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
 93. Ghosh S, Sinha J, Raghunath M. “Obesageing”: Linking obesity & ageing. *Indian J Med Res.* 2019;149(5):610-615.
 94. Jura M, Kozak LP. Obesity and related consequences to ageing. *Age (Dordr).* 2016;38(1):23.
 95. Suárez-Carmona W, Sánchez-Oliver AJ, González-Jurado JA. Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual. *Rev Chil Nutr.* 2017;44(3):226–33.
 96. Scott D, Daly RM, Sanders KM, Ebeling PR. Fall and Fracture Risk in Sarcopenia and Dynapenia With and Without Obesity: the Role of Lifestyle Interventions. *Curr Osteoporos Rep.* 2015;13(4):235–44.
 97. Stenholm S, Harris TB, Rantanen T, Visser M, Kritchevsky SB, Ferrucci L. Sarcopenic obesity: Definition, cause and consequences. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008;11(6):693–700.
 98. Yang M, Ding X, Luo L, Hao Q, Dong B. Disability Associated With Obesity, Dynapenia and Dynapenic-Obesity in Chinese Older Adults. *J Am Med Dir Assoc.* 2014;15(2):150.e11-150.e16.
 99. Komatsu TR, Borim FSA, Neri AL, Corona LP. Association of dynapenia, obesity and chronic diseases with all-cause mortality of community-dwelling older adults: A path analysis. *Geriatr Gerontol Int.* 2019;19(2):108–12.
 100. Balogun SA, Graves SE, Lorimer M, Cicuttini F, Scott D, Jones G, et al. Do Older Adults with Low Muscle Mass or Strength, in the Presence of Obesity, Have an Increased Risk of Joint Replacement Over 13 Years? *Calcif Tissue Int.* 2020;107(1):10–7.

101. Alexandre T da S, Aubertin-Leheudre M, Carvalho LP, Máximo R de O, Corona LP, Brito TRP de, et al. Dynapenic obesity as an associated factor to lipid and glucose metabolism disorders and metabolic syndrome in older adults. *Clin Nutr.* 2018;37(4):1360–6.
102. Tiago da Silva Alexandre, Shaun Scholes, Jair Licio Ferreira Santos, Yeda Aparecida de Oliveira Duarte C de O. The combination of dynapenia and abdominal obesity as a risk factor for worse trajectories of IADL disability among older adults. *Nutr Clin.* 2017;37(6):2045–53.
103. Wannamethee SG, Atkins JL. Muscle loss and obesity: The health implications of sarcopenia and sarcopenic obesity. *Proc Nutr Soc.* 2015;74(4):405–12.
104. Choi KM. Sarcopenia and sarcopenic obesity. *Korean J Intern Med.* 2016;31(6):1054–60.
105. Barazzoni R, Bischoff S, Boirie Y, Busetto L, Cederholm T, Dicker D, et al. Sarcopenic Obesity: Time to Meet the Challenge. *Obes Facts.* 2018;11(4):294–305.
106. Angulo J, El Assar M, Álvarez-Bustos A, Rodríguez-Mañas L. Physical activity and exercise: Strategies to manage frailty. *Redox Biol.* 2020;35(4):101513.
107. Dardevet D, Rémond D, Peyron MA, Papet I, Savary-Auzeloux I, Mosoni L. Muscle wasting and resistance of muscle anabolism: the “anabolic threshold concept” for adapted nutritional strategies during sarcopenia. *Scientific World Journal.* 2012;2012:269531.
108. Rosenbaum M, Hirsch J, Gallagher DA, Leibel RL. Long-term persistence of adaptive thermogenesis in subjects who have maintained a reduced body weight. *Am J Clin Nutr.* 2008;88(4):906–12.
109. G.L. J. Inflammation: Roles in aging and sarcopenia. *J Parenter Enter Nutr.* 2008;32(6):656–9.
110. Jones DP, Radi R. Redox pioneer: professor Helmut Sies. *Antioxid Redox Signal.* 2014;21(18):2459–68.
111. Zamboni M, Rubele S, Rossi AP. Sarcopenia and obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2019;22(1):13–9.
112. Huang SW, Ku JW, Lin LF, Liao C De, Chou LC, Liou TH. Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: A pilot randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2017;53(4):556–63.
113. Batsis JA, Barre LK, Mackenzie TA, Pratt SI, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. Variation in the prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in older adults associated with different research definitions: Dual-energy X-ray absorptiometry data from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2004. *J Am Geriatr Soc.* 2013;61(6):974–80.

114. Davison KK, Ford ES, Cogswell ME, Dietz WH. 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(11):1802–9.
115. Landi F, Liperoti R, Russo A, Giovannini S, Tosato M, Capoluongo E, et al. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: Results from the iLSIRENTE study. *Clin Nutr.* 2012;31(5):652–8.
116. Xie W qing, Xiao G lei, Fan Y bin, He M, Lv S, Li Y sheng. Sarcopenic obesity: research advances in pathogenesis and diagnostic criteria. *Aging Clin Exp Res.* 2021;33(2):247–52.
117. Du Y, Wang X, Xie H, Zheng S, Wu X, Zhu X, et al. Sex differences in the prevalence and adverse outcomes of sarcopenia and sarcopenic obesity in community dwelling elderly in East China using the AWGS criteria. *BMC Endocr Disord.* 2019;19(1):109.
118. Kim YS, Lee Y, Chung YS, et al. Prevalence of Sarcopenia and Sarcopenic Obesity in the Korean Population Based on the Fourth Korean National Health and Nutritional Examination Surveys. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2012;67(10):1107–1113.
119. Roh E, Choi KM. Health Consequences of Sarcopenic Obesity: A Narrative Review. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2020;11(1):332.
120. Hirani V, Naganathan V, Blyth F, et al. Longitudinal associations between body composition, sarcopenic obesity and outcomes of frailty, disability, institutionalisation and mortality in community-dwelling older men: The Concord Health and Ageing in Men Project. *age Ageing.* 2017;46(3):413–420.
121. Rangel Peniche DB, Raya Giorguli G, Alemán-Mateo H. Accuracy of a predictive bioelectrical impedance analysis equation for estimating appendicular skeletal muscle mass in a non-Caucasian sample of older people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2015;61(1):39–43.
122. Scott D, Chandrasekara SD, Laslett LL, Cicuttini F, Ebeling PR, Jones G. Associations of Sarcopenic Obesity and Dynapenic Obesity with Bone Mineral Density and Incident Fractures Over 5–10 Years in Community-Dwelling Older Adults. *Calcif Tissue Int.* 2016;99(1):30–42.
123. Poggiogalle E, Lubrano C, Gnessi L, Mariani S, Di Martino M, Catalano C, et al. The decline in muscle strength and muscle quality in relation to metabolic derangements in adult women with obesity. *Clin Nutr.* 2019;38(5):2430–5.
124. McPhee JS, French DP, Jackson D, Nazroo J, Pendleton N, Degens H. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology.* 2016;17(3):567–80.
125. Robins LM, Hill KD, Finch CF, Clemson L, Haines T. The association between physical activity and social isolation in community-dwelling older adults. *Aging Ment Heal.* 2018;22(2):175–82.

126. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo. Pobreza y personas mayores en México. CONEVAL. 2018; Encontrado en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_Personas_Mayores.aspx
127. Silva FM, Petrica J, Serrano J, Paulo R, Ramalho A, Lucas D, et al. The sedentary time and physical activity levels on physical fitness in the elderly: A comparative cross sectional study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(19):1–11.
128. Yang ZY, Chen WL. Examining the association between serum leptin and sarcopenic obesity. *J Inflamm Res*. 2021;14:3481–7.
129. Jo Y, Linton JA, Choi J, Moon J, Kim J, Lee J, et al. Association between cigarette smoking and sarcopenia according to obesity in the middle-aged and elderly Korean population: The Korea national health and nutrition examination survey (2008-2011). *Korean J Fam Med*. 2019;40(2):87–92.
130. Fábrega-Cuadros R, Cruz-Díaz D, Martínez-Amat A, Aibar-Almazán A, Redecillas-Peiró MT, Hita-Contreras F. Associations of sleep and depression with obesity and sarcopenia in middle-aged and older adults. *Maturitas*. 2020;142(6):1–7.
131. Piovezan RD, Hirotsu C, Moizinho R, de Sá Souza H, D’Almeida V, Tufik S, et al. Associations between sleep conditions and body composition states: results of the EPISONO study. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019;10(5):962–73.
132. Yin T, Zhang JX, Wang FX, Zhao JH, Zhao Y, Liu L, et al. The association between sarcopenic obesity and hypertension, diabetes, and abnormal lipid metabolism in Chinese adults. *Diabetes, Metab Syndr Obes Targets Ther*. 2021;14(3):1963–73.
133. Dommershuijsen LJ, Isik BM, Darweesh SKL, van der Geest JN, Kamran Ikram M, Arfan Ikram M. Unraveling the association between gait and mortality-one step at a time. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2021;75(6):1184–90.
134. Merchant RA, Liu SG, Lim JY, Fu X, Chan YH. Factors associated with social isolation in community-dwelling older adults: a cross-sectional study. *Qual Life Res*. 2020;29(9):2375–81.
135. Mendes J, Afonso C, Moreira P, Padrão P, Santos A, Borges N, et al. Association of Anthropometric and Nutrition Status Indicators with Hand Grip Strength and Gait Speed in Older Adults. *J Parenter Enter Nutr*. 2019;43(3):347–56.
136. El Khoudary SR, Chen X, Nasr A, Shields K, Barinas-Mitchell E, Janssen I, et al. Greater Periaortic Fat Volume at Midlife Is Associated with Slower Gait Speed Later in Life in Women: The SWAN Cardiovascular Fat Ancillary Study. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2019;74(12):1959–64.
137. Nogueroñ García A, Huedo Ródenas I, García Molina R, Ruiz Grao MC, Avendaño Céspedes A, Esbrí Víctor M, et al. Gait plasticity impairment as an early frailty biomarker. *Exp Gerontol*. 2020;142(1):111137.

138. López-Teros T, Gutiérrez-Robledo LM, Pérez-Zepeda MU. Gait Speed and Handgrip Strength As Predictors of Incident Disability in Mexican Older Adults. *J Frailty Aging*. 2014;3(2):109–112.
139. Saintout M, Vigan M, Bichon A, Tourame L, Diet AB, Iung B, et al. Quality of life, physical performance and nutritional status in older patients hospitalized in a cardiology department. *J Geriatr Cardiol*. 2020;17(7):410–6.
140. Dokuzlar O, Koc Okudur S, Smith L, Soysal P, Yavuz I, Aydin AE, et al. Assessment of factors that increase risk of falling in older women by four different clinical methods. *Aging Clin Exp Res*. 2020;32(3):483–90.
141. Vetrano DL, Rizzuto D, Calderón-Larrañaga A, Onder G, Welmer AK, Qiu C, et al. Walking Speed Drives the Prognosis of Older Adults with Cardiovascular and Neuropsychiatric Multimorbidity. *Am J Med*. 2019;132(10):1207-1215.e6.
142. Kyrдалen IL, Thingstad P, Sandvik L, Ormstad H. Associations between gait speed and well-known fall risk factors among community-dwelling older adults. *Physiother Res Int*. 2019;24(1):1–6.
143. Huang TY, Liang CK, Shen HC, Chen HI, Liao MC, Chou MY, et al. Gait speed rather than dynapenia is a simple indicator for complex care needs: A cross-sectional study using minimum data set. *Sci Rep*. 2017;7(1):1–7.
144. Nakakubo S, Doi T, Shimada H, Ono R, Makizako H, Tsutsumimoto K, et al. The Association Between Excessive Daytime Sleepiness and Gait Parameters in Community-Dwelling Older Adults: Cross-Sectional Findings From the Obu Study of Health Promotion for the Elderly. *J Aging Health*. 2018;30(2):213–28.
145. Savica R, Wennberg AMV, Hagen C, Edwards K, Roberts RO, Hollman JH, et al. Comparison of Gait Parameters for Predicting Cognitive Decline: The Mayo Clinic Study of Aging. *J Alzheimer's Dis*. 2017;55(2):559–67.
146. Chou MY, Nishita Y, Nakagawa T, Tange C, Tomida M, Shimokata H, et al. Role of gait speed and grip strength in predicting 10-year cognitive decline among community-dwelling older people. *BMC Geriatr*. 2019;19(1):1–11.
147. Nadkarni NK, Perera S, Snitz BE, Mathis CA, Price J, Williamson JD, et al. Brain Amyloid- β and Slow Gait in Older Adults without Dementia: Influence of Cognition and APOE- ϵ 4 Genotype. *JAMA Neurol*. 2017;74(1):82–90.
148. Hsu CL, Liang CK, Liao MC, Chou MY, Lin Y Te. Slow gait speed as a predictor of 1-year cognitive decline in a veterans' retirement community in southern Taiwan. *Geriatr Gerontol Int*. 2017;17(1):14–19.
149. Scherder E, Eggermont L, Swaab D, van Heuvelen M, Kamsma Y, de Greef M, et al. Gait in ageing and associated dementias; its relationship with cognition. *Neurosci Biobehav Rev*. 2007;31(4):485–497.
150. Umegaki H, Yanagawa M, Komiya H, Matsubara M, Fujisawa C, Suzuki Y, et al.

- Polypharmacy and gait speed in individuals with mild cognitive impairment. *Geriatr Gerontol Int.* 2019;19(8):730–735.
151. Montero-Odasso M, Sarquis-Adamson Y, Song HY, Bray NW, Pieruccini-Faria F, Speechley M. Polypharmacy, Gait Performance, and Falls in Community-Dwelling Older Adults. Results from the Gait and Brain Study. *J Am Geriatr Soc.* 2019;67(6):1182–8.
 152. Zhu Y, Lin Q, Zhang Y, Deng H, Hu X, Yang X, et al. Mid-upper arm circumference as a simple tool for identifying central obesity and insulin resistance in type 2 diabetes. *PLoS One.* 2020;15(5):1–13.
 153. Chao YP, Kao TW, Chen WL, Peng TC, Wu LW. Mid-arm muscle circumference as an indicator of osteoporosis in community-dwelling older men. *Arch Gerontol Geriatr.* 2020;87(12):103998.
 154. Carnevale V, Castriotta V, Piscitelli PA, Nieddu L, Mattera M, Guglielmi G, et al. Assessment of Skeletal Muscle Mass in Older People: Comparison Between 2 Anthropometry-Based Methods and Dual-Energy X-ray Absorptiometry. *J Am Med Dir Assoc.* 2018;19(9):793–6.
 155. He L, Yang N, Wang J, Huang J, Li W, Xu L, et al. Mid-Arm Muscle and Subcutaneous Fat Associated with All-Cause Mortality Independent of BMI: A Prospective Cohort Study. *Obesity.* 2021;29(7):1203–14.
 156. Baumgartner RN, Wayne SJ, Waters DL, Janssen I, Gallagher D, Morley JE. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res.* 2004;12(12):1995–2004.
 157. Tolea MI, Chrisphonte S, Galvin JE. Sarcopenic obesity and cognitive performance. *Clin Interv Aging.* 2018;13(6):1111–9.
 158. Batsis JA, Haudenschild C, Roth RM, Gooding TL, Roderka MN, Masterson T, et al. Incident Impaired Cognitive Function in Sarcopenic Obesity: Data From the National Health and Aging Trends Survey. *J Am Med Dir Assoc.* 2021;22(4):865-872.e5.
 159. Wang H, Hai S, Liu YX, Cao L, Liu Y, Liu P, et al. Associations between Sarcopenic Obesity and Cognitive Impairment in Elderly Chinese Community-Dwelling Individuals. *J Nutr Heal Aging.* 2019;23(1):14–20.
 160. Khadra D, Itani L, Chebaro Y, Obeid M, Jaber M, Ghanem R, et al. Association Between Sarcopenic Obesity and Metabolic Syndrome in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr Cardiol Rev.* 2020;16(2):153–62.
 161. Lee K. Association of osteosarcopenic obesity and its components: osteoporosis, sarcopenia and obesity with insulin resistance. *J Bone Miner Metab.* 2020;38(5):695–701.
 162. Kreidieh D, Itani L, El Masri D, Tannir H, El Ghoch M. Association Between Reduced Daily Steps and Sarcopenic Obesity in Treatment-Seeking Adults With Obesity. *Front*

- Endocrinol (Lausanne). 2020;11(30):22.
163. Roh E, Choi KM. Health Consequences of Sarcopenic Obesity: A Narrative Review. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11(5):332.
 164. Alves Guimarães MS, Araújo dos Santos C, da Silva Castro J, Juvanhol LL, Canaan Rezende FA, Martinho KO, et al. Prevalence, diagnostic criteria, and factors associated with sarcopenic obesity in older adults from a low middle income country: A systematic review. *Clin Nutr ESPEN*. 2021;41(12):94–103.
 165. Dutra MT, Martins KG, Vieira dos Reis DB, de Oliveira Silva A, Mota MR. Association Between Adiposity Indices and Blood Pressure is Stronger in Sarcopenic Obese Women. *Curr Hypertens Rev*. 2018;15(2):161–6.
 166. Von Berens, Obling SR, Nydahl M, Koochek A, Lissner L, Skoog I, et al. Sarcopenic obesity and associations with mortality in older women and men – A prospective observational study. *BMC Geriatr*. 2020;20(1):1–10.
 167. Zhang X, Xie X, Dou Q, Liu C, Zhang W, Yang Y, et al. Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality among adults over a broad range of different settings: A updated meta-analysis. *BMC Geriatr*. 2019;19(1):1–14.
 168. Lee SE, Park JH, Kim KA, Kang YS, Choi HS. Association Between Sarcopenic Obesity and Pulmonary Function in Korean Elderly: Results from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Calcif Tissue Int*. 2020;106(2):124–30.
 169. Petermann-Rocha F, Yang S, Gray SR, Pell JP, Celis-Morales C, Ho FK. Sarcopenic obesity and its association with respiratory disease incidence and mortality. *Clin Nutr*. 2020;39(11):3461–6.
 170. Abete I, Konieczna J, Zulet MA, Galmés-Panades AM, Ibero-Baraibar I, Babio N, et al. Association of lifestyle factors and inflammation with sarcopenic obesity: data from the PREDIMED-Plus trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019;10(5):974–84.
 171. Kong HH, Won CW, Kim W. Effect of sarcopenic obesity on deterioration of physical function in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr*. 2020;89(3):104065.
 172. Öztürk ZA, Türkbeyler İH, Abiyev A et al. Health-related quality of life and fall risk associated with age-related body composition changes; sarcopenia, obesity and sarcopenic obesity. *Intern Med J*. 2018;48(8):973–981.
 173. Perez-Zepeda M, Rodríguez M, Wong R. Envejecimiento en México : Discapacidad. *ENASEM*. 2020;1(20):1–2.
 174. Rodríguez M, Wong R. Envejecimiento en México: Obesidad. *ENASEM*. 2019;1(19):1–2.
 175. Pirker W, Katzenschlager R. Gait disorders in adults and the elderly: A clinical guide. *Wien Klin Wochenschr*. 2017;129(3–4):81–95.

176. Ascenzi F, Barberi L, Dobrowolny G, Villa Nova Bacurau A, Nicoletti C, Rizzuto E, et al. Effects of IGF-1 isoforms on muscle growth and sarcopenia. *Aging Cell*. 2019;18(3):1–11.
177. Guigoz Y, Vellas B, Garry PJ. Nutrition Surveys in the Elderly Assessing the Nutritional Status of the Elderly: The Mini Nutritional Assessment as Part of the Geriatric Evaluation. *Nutr Rev*. 1996;54(1):59–65.
178. Mitchell CO, Lipschitz DA. Arm length measurement as an alternative to height in nutritional assessment of the elderly. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1982;6(3):226–9.
179. Chumlea WC, Roche AF, Steinbaugh ML. Estimating Stature from Knee Height for Persons 60 to 90 Years of Age. *J Am Geriatr Soc*. 1985;33(2):116–20.
180. Hosp N, María J, Herreros P, María E, Lirola L, Concepción M, et al. Nutrición Hospitalaria Trabajo Original Correspondencia. *Nutr Hosp*. 2016;33(1):565–71.
181. Corish CA, Kennedy NP. Anthropometric measurements from a cross-sectional survey of Irish free-living elderly subjects with smoothed centile curves. *Br J Nutr*. 2003;89(1):137–45.
182. InBody. Análisis de Composición Corporal - InBody 270. Bilbao, España; 2014. Encontrado en: <https://www.composicion-corporal-inbody.com/InBody-270.html>
183. Barón LC, Correa MA, et al. Diseño de un dinamometro que permita la medición, registro y almacenamiento de datos para fuerza de agarre. Trabajo de grado. Bogota, Colombia: Universidad Javeriana; 2020.
184. Isabel Rodríguez-Rejón A, Dolores Ruiz-López M, Artacho R. Diagnosis and prevalence of sarcopenia in long-term care homes: EWGSOP2 versus EWGSOP1. *Nutr Hosp*. 2019;36(5):1074–1080.
185. Dixe MDA, Madeira C, Alves S, Henriques MA, Baixinho CL. Gait ability and muscle strength in institutionalized older persons with and without cognitive decline and association with falls. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(21):11543.
186. Jung HW, Jin T, Baek JY, Yoon S, Lee E, Guralnik JM, et al. Functional age predicted by electronic short physical performance battery can detect frailty status in older adults. *Clin Interv Aging*. 2020;15(11):2175–82.
187. Stahl ST, Altmann HM, Dew MA, Albert SM, Butters M, Gildengers A, et al. The Effects of Gait Speed and Psychomotor Speed on Risk for Depression and Anxiety in Older Adults with Medical Comorbidities. *J Am Geriatr Soc*. 2021;69(5):1265–71.
188. López-ortega M, Arroyo P. Anthropometric characteristics and body composition in Mexican older adults : age and sex differences. *Br J Nutr*. 2016;115(3):490–9.
189. Bosello O, Vanzo A. Obesity paradox and aging. *Eat Weight Disord*. 2021;26(1):27–35.

190. de Oliveira Máximo R, de Oliveira DC, Ramírez PC, Luiz MM, de Souza AF, Delinocente MLB, et al. Dynapenia, abdominal obesity or both: which accelerates the gait speed decline most? *Age Ageing*. 2021;50(5):1616–1625.
191. Zambone MA, Liberman S, Garcia MLB. Anthropometry, bioimpedance and densitometry: Comparative methods for lean mass body analysis in elderly outpatients from a tertiary hospital. *Exp Gerontol*. 2020;138(9):111020.
192. Perna S, Peroni G, Anna FM, Bartolo A, Naso M, Miccono A, et al. Sarcopenia and sarcopenic obesity in comparison: prevalence, metabolic profile, and key differences. A cross-sectional study in Italian hospitalized elderly. *Aging Clin Exp Res*. 2017;29(6):1–10.
193. Hilal S, Perna S, Gasparri C, Alalwan TA, Vecchio V, Fossari F, et al. Comparison between appendicular skeletal muscle index dxa defined by ewgsop1 and 2 versus bia tengvall criteria among older people admitted to the post-acute geriatric care unit in Italy. *Nutrients*. 2020;12(6):1–20.
194. Fernandes LV, Paiva AEG, Silva ACB, de Castro IC, Santiago AF, de Oliveira EP, et al. Prevalence of sarcopenia according to EWGSOP1 and EWGSOP2 in older adults and their associations with unfavorable health outcomes: a systematic review. *Aging Clin Exp Res*. 2022;34(3):505–514.
195. Stuck AK, Mäder NC, Bertschi D, Limacher A, Kressig RW. Performance of the ewgsop2 cut-points of low grip strength for identifying sarcopenia and frailty phenotype: A cross-sectional study in older inpatients. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(7):3498.
196. Vágnerová T, Micháľková H, Dvořáčková O, Topinková E. Comparison between EWGSOP1 and EWGSOP2 criteria and modelling of diagnostic algorithm for sarcopenic obesity in over 70 years old patients. *Eur Geriatr Med*. 2021;12(2):303–312.
197. Weng CH, Tien CP, Li CI, L’Heureux A, Liu CS, Lin CH, et al. Mid-upper arm circumference, calf circumference and mortality in Chinese long-term care facility residents: A prospective cohort study. *BMJ Open*. 2018;8(5):10–2.
198. Chatindiara I, Williams V, Sycamore E, Richter M, Allen J, Wham C. Associations between nutrition risk status, body composition and physical performance among community-dwelling older adults. *Aust N Z J Public Health*. 2019;43(1):56–62.
199. Kao TW, Peng TC, Chen WL, Han DS, Chen CL, Yang WS. Impact of adiposity on muscle function and clinical events among elders with dynapenia, presarcopenia and sarcopenia: a communitybased cross-sectional study. *Aging (Albany NY)*. 2021;13(5):7247–58.
200. Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, Schulzke JD, Pirlich M. Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr*. 2011;30(2):135–42.
201. McLean RR, Shardell MD, Alley DE, Cawthon PM, Fragala MS, Harris TB, et al.

Criteria for Clinically Relevant Weakness and Low Lean Mass and Their Longitudinal Association With Incident Mobility Impairment and Mortality: The Foundation for the National Institutes of Health (FNIH) Sarcopenia Project. *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci.* 2014;69(5):576.

202. Batsis JA, Zbehlik AJ, Pidgeon D, Bartels SJ. Dynapenic obesity and the effect on long-term physical function and quality of life: Data from the osteoarthritis initiative Physical functioning, physical health and activity. *BMC Geriatr.* 2015;15(1):118.
203. Giuliani HK, Shea NW, Gerstner GR, Mota JA, Blackburn JT RE. The Influence of Age and Obesity-Altered Muscle Tissue Composition on Muscular Dimensional Changes: Impact on Strength and Function. *Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2020;75(12):2286–94.
204. Chang CS, Chang YF, Liu PY, Wu SJ, Chiu CJ, Chen CY, et al. Interaction of central obesity and sarcopenia on nutritional status in the community-dwelling older people. *Arch Gerontol Geriatr.* 2020;87(12):104003.
205. Wu CH, Chen KT, Hou MT, Chang YF, Chang CS, Liu PY, et al. Prevalence and associated factors of sarcopenia and severe sarcopenia in older Taiwanese living in rural community: The Tianliao Old People study 04. *Geriatr Gerontol Int.* 2014;14(1):69–75.

XII. ANEXOS

I.- CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PERSONA ADULTA MAYOR Y RESPONSABLE.

Instrucciones: Favor de leer detenidamente el siguiente texto y si acepta la participación del adulto mayor que tiene a su cargo, solicitar su firma en el apartado correspondiente.

Como parte de las actividades del estudio “Estado de nutrición y vulnerabilidad alimentaria de las personas adultas mayores, estudio multicéntrico en México (ENVAPAM)” que se realizará con la finalidad de detectar e implementar acciones para mejorar su estado de nutrición y calidad de vida.

- 1. Procedimientos:** si aceptan participar en el estudio, el participante será integrado en las siguientes actividades:
 - a) Se realizarán entrevistas al adulto (o acompañante que le pueda auxiliar a responder) en donde se preguntará sobre el estado de salud, consumo de alimentos, aspectos psicológicos y socioeconómicos por medio de breves cuestionarios.
 - b) Al adulto se le realizaran mediciones de antropométricas tales como: peso, estatura, circunferencias de brazo y pantorrilla, fuerza de agarre, velocidad de marcha, así como composición corporal.
- 2. Beneficio de participación:**
 - a) Obtendrá información acerca del estado de nutrición del adulto mayor, conocerá si existe algún riesgo para la salud del adulto y la forma de prevenirlos.
 - b) La información que se obtenga permitirá implementar estrategias para mejorar el estado nutricional en los adultos mayores.
 - c) El estudio no pone en ningún riesgo la salud y la vida del adulto mayor.
 - d) No recibirá compensación económica por su participación.
- 3. Posibles riesgos y molestias.** Ninguno.
- 4. Participación voluntaria/ abandono.** La participación en este estudio es de manera voluntaria, por lo que se puede retirar en cualquier momento sin consecuencia alguna. Los datos que proporcione serán secretos, lo que garantiza la confidencialidad de la persona participante.
- 5. Preguntas.** Si tiene alguna duda, comentarios o quejas, favor de comunicarse con el **Dr. Marcos Galván García**, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias de la Salud, Carr. Actopan –Tilcuahutla, ExHacienda la Concepción. Tel. 01 7717172000 Ext. 4312, email: pesoeh@gmail.com
- 6. Confidencialidad:** Las opiniones e ideas que exprese durante la entrevista serán anónimas. Se entiende por anónimo a la condición en que el mismo investigador puede relacionar a una persona con la información.

CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN EL PROYECTO	
Folio del adulto	
Los investigadores y personal del PROYECTO me han explicado y dado a conocer en qué consiste el estudio, los posibles riesgos y beneficios de la participación, entiendo que puedo dejar de participar en cualquier momento que lo desee. Me doy por enterado(a) que los resultados obtenidos en el estudio serán para beneficio de los adultos y de la institución en donde residen o participan. Los datos que se obtengan serán sólo para fines científicos y elaborar programas de intervención para mejorar las condiciones nutricionales de los adultos mayores.	
Nombre del participante _____ <i>Nombre (s)</i>	Firma del participante
_____ <i>Apellido paterno</i> _____ <i>Apellido materno</i>	Nombre de la Institución:
Nombre del testigo del adulto: _____	Nombre del responsable de la institución
Firma del testigo del adulto _____	_____
	Firma del responsable de la Institución

Municipio: _____ de _____ de 2020	

VIII.- NIVEL SOCIOECONÓMICO (AMAI 2018)

1. Número de centro <input style="width: 50px;" type="text"/> <input style="width: 50px;" type="text"/> Centro: Localidad: Municipio:	2. Folio <input style="width: 50px;" type="text"/> Fecha de Identificación <input style="width: 50px;" type="text"/> <input style="width: 50px;" type="text"/> <input style="width: 50px;" type="text"/>
--	---

3. Nombre del participante : _____ 4. Sexo: Masculino Femenino

Apellido paterno
Apellido materno
Nombre(s)

5. Fecha de nacimiento: 6. En la entrevista le apoya a responder acompañante Si () No ()

Día
Mes
Año

7. Nombre del acompañante: _____

Apellido paterno
Apellido materno
Nombre(s)

8. Parentesco del acompañante: Hijo Hermano Nietos Pareja Otro

INSTRUCCIONES: PREGUNTE AL PARTICIPANTE (O AL ACOMPAÑANTE) Y MARQUE LA RESPUESTA.

10. Pensando en el jefe o jefa de hogar, ¿cuál fue el último año de estudios que aprobó en la escuela??

0) No estudió	35) Preparatoria incompleta
0) Preescolar	43) Preparatoria completa
10) Primaria incompleta	59) Licenciatura incompleta
22) Primaria completa	73) Licenciatura completa
23) Secundaria incompleta	101) Posgrado
31) Secundaria completa	A) No sabe/ no contesto

11) ¿Cuántos baños completos con regadera y W.C. (excusado) hay para uso exclusivo de los integrantes de su hogar?

0) 0 **24)** 1 **47)** 2 o más

12) ¿Cuántos automóviles o camionetas tiene en su hogar, incluyendo camionetas cerradas, con cabina o caja?

0) 0 **18)** 1 **37)** 2 o más más

13) Sin tomar en cuenta la conexión móvil que pudiera tener desde algún celular ¿su hogar cuenta con internet?

0) No tiene **31)** Sí tiene

14) De todas las personas de 14 años o más que viven en el hogar, ¿cuántas trabajaron en el último mes?

0) 0 **15)** 1 **31)** 2 **46)** 3 **61)** 4 o más

15) En esta vivienda, ¿cuántos cuartos se usan para dormir, sin contar pasillos ni baños?

0) 0 **6)** 1 **12)** 2 **17)** 3 **23)** 4 o más

III. EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

Generales:			
Fecha de evaluación [][] [][] [][][][]		Folio [][][][][][][][]	
Nombre:			
Sexo. ()M ()F		Fecha de nacimiento (por favor solicite INE o similar para validar)	
		[][]	[][] [][] [][][][]
		Día	Mes Año
Mediciones antropométricas.			
Peso [][][] . [][] kg	Talla estadiómetro [][][] . [][] cm	Altura de rodilla [][][] . [][] cm	Talla estimada por altura de rodilla [][][] . [][] cm
IMC [][][] . [][][] kg/m ²	T/A [][][][] / [][] mmHg	C. Pantorrilla [][][][] . [][] cm	C.M. brazo [][][][] . [][] cm
Observaciones de medición.-			
Días de asistencia frecuentes		Cita 1	Cita 2
Días.-		Fecha.- [][]-[][]-[][][][]	Fecha.- [][]-[][]-[][][][]
Horario.-		Hora.- [][]:[][]	Hora.- [][]:[][]



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Geriatric Nursing

journal homepage: www.gnjournal.com

Slow gait speed is associated with dynapenic obesity in Mexican ambulatory older adults

Christian J. Flores-Pérez, MsC^a, Lilia V. Castro-Porras, PhD^b, Guadalupe López-Rodríguez, PhD^c, Marcos Galván, PhD^{c,*}

^a Biomedical and Health Sciences Master's Program, School of Health Sciences, Universidad Autónoma del Estado de México. Ex-Hacienda la Concepción S/N, 42160, Pachuca, Hidalgo, Mexico

^b Policy Population and Health Research Center, School of Medicine, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, Edificio CIPPS-Sótano y Piso 2, Cto. Centro Cultural S/N, Coyoacán, 04510 Ciudad de México, CDMX.

^c Academic Nutritional Epidemiology Group, School of Health Sciences, Universidad Autónoma del Estado de Ex-Hacienda la Concepción S/N, 42160, Pachuca, Hidalgo, Mexico



ARTICLE INFO

Article history:

Received 12 January 2022

Received in revised form 21 March 2022

Accepted 22 March 2022

Available online xxx

Keywords:

Gait speed

Dynapenic obesity

Ambulatory

Older adults

Mexican

ABSTRACT

An increased risk of slow gait speed (GS) has been reported among older adults with decreased muscle strength, coupled with a concomitant increase in body fat known as dynapenic obesity (DO); however, these two conditions together have rarely been studied. The objective of this study was to determine the association between GS and DO in older Mexican ambulatory adults. A cross-sectional study was conducted; body fat percentage, and muscle strength and GS using EWGSOP criteria, were measured in 126 older ambulatory Mexican adults, with a mean age of 71 years old. The association was evaluated using controlled logistic regression models. Among ambulatory older adults with slow GS, the risk of DO was 3.4 times higher than among those without, controlling for age and sex ($p < 0.01$). In conclusion, slow GS in ambulatory older adults can be a useful indicator for the early identification of DO.

© 2022 Elsevier Inc. All rights reserved.

Introduction

Older adults, owing to their biological and psychosocial characteristics, are one of the most vulnerable population groups. These characteristics are determined by the molecular and cellular damage of age, as well as a decrease in physical activity and lean mass, isolation, and fewer possibilities for social interaction, all of which generate a gradual decline in their autonomy in performing basic activities such as bathing, dressing, and using the bathroom, among others.^{1–3} Currently, adults over 65 represent 9.1% of the population worldwide; in Latin America and the Caribbean this age group represents 8.7%. Adults over 65 are 12% of Mexico's population,^{4,5} of which one in five has at least one physical motor limitation in performing basic activities, with women being more affected (18.3%) than men (9.5%).⁶ Nearly a third of the world's population is obese; however in Mexico, higher rates have been measured in women (31.3%) than in men

(27.7%).⁷ Physical limitations together with obesity can represent a higher risk of frailty and morbidity for this age group.

In older adults, a strong association between obesity and the loss of muscle strength known as dynapenia has been identified.⁸ People tend to become less active with age, decreasing their total energy use and causing an accumulation of body fat and a decrease in muscle mass, known as sarcopenia.⁹ At the same time, the structure and function of the nervous system declines and impacts the intrinsic strength of the musculoskeletal system, causing loss of muscle strength, which further contributes to muscle weakening and motor dysfunction.¹⁰ Obesity and dynapenia are physiopathologically related, as the increase in pro-inflammatory cytokines occasioned by obesity can exacerbate the process of dynapenia, because the accompanying lipotoxicity and inflammation can diminish muscle strength.^{11,12} Additionally, obesity has been shown to exacerbate the physical function of older adults, as the excessive load on the knees and body joints in turn causes a shorter stride length and thus a slower gait speed. That is why dynapenic obesity (DO), a term used to describe low muscle strength combined with obesity, has been linked to chronic low-grade inflammation, resistance to insulin, hormonal changes, malnutrition, decreases in bone mineral density, decreased physical activity, and a risk of falls.^{13–15} A higher risk of

Abbreviations: GS, gait speed; DO, dynapenic obesity; BFP, body fat percentage; MSI, musculoskeletal index; CC, calf circumference; MUAC, mid-upper arm circumference; EWGSOP, European Working Group on Sarcopenia in Older People; BMI, body mass index; CGC, Comprehensive Geriatric Centers

* Corresponding author.

E-mail address: marcos_galvan3112@uaeh.edu.mx (M. Galván).

<https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2022.03.011>

0197-4572/\$ – see front matter © 2022 Elsevier Inc. All rights reserved.

slower gait and lack of mobility has been reported in older adults with obesity or dynapenia, but the inverse association of these two conditions together has been little studied.^{16,17} We hypothesize that slow gait speed would predict dynapenic obesity. The objective of this study was to determine the association of gait speed with dynapenic obesity among ambulatory older adult Mexicans.

Methods

Study design

A cross-sectional study was conducted with 184 older adults between 65 and 80 years of age, without mobility limitations, who were visitors of the Comprehensive Geriatric Centers (CGC) for the elderly in the metropolitan area of Pachuca in the state of Hidalgo in Mexico, during a 9-month period from June 2018 to February 2019.

Participants

All older adults of three CGC were invited to participate (N=273), participants voluntarily agreed to participate in the study and signed an informed consent document (n=207). Those older adults with a diagnosis of recent heart failure, acute and severe respiratory distress, acute coronary syndrome or recent fracture, those with pacemakers or metal plates, or any unstable health condition were excluded. Complete data were taken on weight, height, body mass index (BMI), calf circumference (CC), mid-upper arm circumference (MUAC), grip strength (GST), musculoskeletal index (MSI), body fat percentage (BFP) and gait speed (GS) by a trained nutritionist who performed a standardization exercise, taking anthropometric measurements, dynamometry, a gait speed test and InBody measurement after applying the inclusion and exclusion criteria, 126 participants formed the final sample (Fig. 1).

Procedure and measures

Sociodemographic variables

In a private area of the community health center for the elderly, the older adult was asked a series of sociodemographic questions to identify their age, sex, schooling level, social security status, medical

services used, pathologies or diagnosed illnesses, and whether they lived alone or with another person. The responses were recorded on a questionnaire printed by the nutritionist.

Anthropometry and body composition

Height (cm) was measured using a column scale (SECA, 284) and wearing as few articles of clothing as possible. The height measurement was taken with the participant standing such that their heels and head were touching the scale column, their heels together and their feet slightly separated, shoulders relaxed and both arms at their sides. The CC (cm) was obtained by measuring the perimeter of the widest section of the distance between the ankle and the knee, and using a Lukfin metallic measuring tape.¹⁸ To measure the MUAC (cm), the acromial and radial anthropometric points were marked and the measuring tape was placed perpendicularly between those two points to mark the halfway point. Then the tape went around the arm, passing through the marked point.¹⁹

Weight, body mass index (BMI), skeletal muscle mass (SMM), musculoskeletal index (MSI) and BFP were measured with a body composition analyzer (InBody, 270). Weight was measured with the participant standing up, centering their body on the InBody platform. The BMI was calculated automatically by entering the height and weight data in the InBody using the conventional formula (kg/m^2). The older adult was asked to remain standing on the analyzer platform for 10–15 s, and the electrode contacts on their hands and legs were verified. The SMM, MSI and BFP were calculated automatically using Lookin'Body120 software, preinstalled on a laptop. All measurements were taken by a trained nutritionist.

Grip strength

To determine the presence of dynapenia, grip strength (kg) was measured using a hand dynamometer (Takei Smedley, TKK5001). With the participant sitting up straight and their elbow at a 90° angle, they were asked to indicate their dominant hand (left or right) and to give their maximum grip strength, as hard as they could, repeated three times with a pause of one minute between each. The mean score of the three measurements was recorded.²⁰

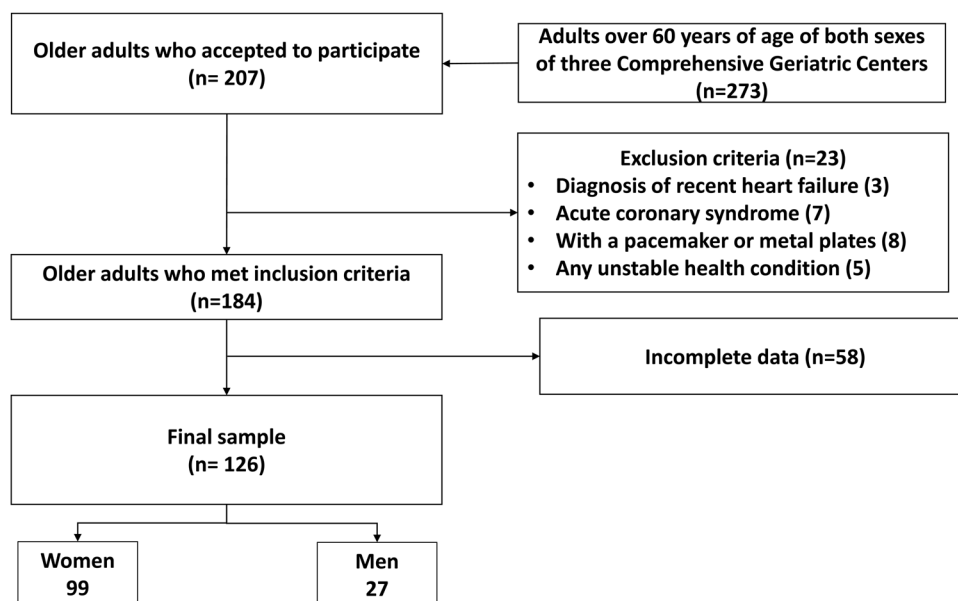


Fig. 1. Study flow diagram.

Classification of sarcopenia and dynapenic obesity

The older adults with sarcopenia was classified using the cutoff points proposed by the EWGSOP (MSI: men ≤ 8.50 kg/m², women ≤ 5.75 kg/m²) and without sarcopenia (MSI: men ≥ 10.76 kg/m², women ≥ 6.76 kg/m²). The cut-off points for a diagnosis of obesity by BFP were those proposed by Bray (>30% in women and >25% in men);²¹ and were measured using bioimpedance. The dynapenia diagnosis was classified using the cutoff points proposed by the EWGSOP (muscle strength ≤ 20 kg in women and ≤ 30 kg in men), measured using grip strength dynamometry.²⁰ Those older adults with a positive diagnosis for both pathologies were classified as having DO.

Gait speed

Gait speed (GS) is a reliable and easily-applied method to predict comorbidities in older adults.²² A flat, straight distance of 4.5 m was measured and marked inside the community health center. Using a chronometer (TRACEABLE ISO 170025) to measure the time taken to cover one meter, the velocity in meters per second (m/s) was obtained. A GS of < 0.8 m/s was considered slow.²⁰

Data analysis

Proportions and confidence intervals of 95% of the mean were reported, as was an interquartile range of the older adults' sociodemographic, anthropometric and physical performance (gait speed and grip strength) by sex, comparing differences using the Mann-Whitney U test. The frequency of obesity, sarcopenia, dynapenia, slow gait speed and DO diagnoses were reported, evaluating their associations by sex using a chi-squared test. Logistic regression models were developed, controlling for sociodemographic variables;

integrating only the statistically significant variables in the final model, and conducting a post-estimation Hosmer-Lemeshow goodness of fit test. In each case, the level of statistical significance was considered to be $p < 0.05$; and for all analyses, STATA 15.0 (Stata Corporation, Texas: College Station, 2015) software was used.

Research ethics and patient consent

The study protocol was approved by the Bioethics Committee of the School of Health Sciences at the Autonomous University of the State of Hidalgo in Mexico, with the code CEEI-031-2019. All subjects gave their written informed consent.

Results

Sociodemographic and descriptive characteristics

Complete information was reported for 126 participants (Fig. 1), of which 78.5% were women, with a median age of 71 in the sample total (95% CI = 76,77). Out of all participants in the sample, 48.0% had six years of primary education or fewer. The percentage of women without a pension was higher (72.4%) than that of men (55.5%). Almost all the older adults reported having social security (99.3%), and 74% stated that they lived with another person. Nearly half (46.4%) reported suffering from 2 to 4 diseases, arterial hypertension and diabetes mellitus being the most common of these. No statistically significant differences by sex were found (Table 1).

The median weight was 62.3 kg (p25:56.4, p75:71.0), with men having a higher median weight (72.1 kg, p25:66.0, p75:79.0) than women (61.3 kg, p25:53.8, p75:67.1) ($p < 0.05$). Men also had a higher median height (163.5 cm, p25:159.1, p75:168.1) than women

Table 1

Sociodemographic, anthropometric, body composition and physical performance characteristics of older ambulatory adult Mexicans.

	Total (n=126)	Women (n=99)	Men (n=27)
Sociodemographic variables	% (95% CI)	% (95% CI)	% (95% CI)
Education level			
Primary school or less	48.0 (39.2,56.8)	46.9 (37.1,56.9)	51.8 (32.4,70.7)
Middle school	29.6 (22.1,38.2)	30.6 (22.1,40.5)	25.9 (12.2,46.7)
High school or more	22.4 (15.8,30.6)	22.4 (15.1,31.9)	22.2 (0.9,42.9)
Economic pension			
Receiving a pension	31.4 (23.8,40.2)	27.5 (19.4,37.3)	44.4 (26.2,64.2)
Not receiving a pension	68.5 (59.7,76.1)	72.4 (62.6,80.5)	55.5 (35.7,73.7)
Social security/healthcare			
IMSS (National Mexican Social Security Institute for all workers)	31.2 (23.6,39.9)	27.2 (19.2,37.0)	44.4 (26.2, 64.2)
ISSSTE (Health/Social Security Institute for State Workers)	26.4 (19.3,34.9)	30.3 (21.9,40.2)	14.8 (0.5, 35.1)
Private healthcare; other	35.2 (27.2,44.0)	0.2 (0.1,0.7)	33.3 (1.7, 5.4)
None	0.7 (0.3,1.3)	0.7 (0.3,1.4)	0.7 (0.1,2.7)
Living situation			
Lives alone	25.6 (18.6,34.0)	28.2 (20.1,38.0)	14.8 (0.5,35.1)
Lives with another person	74.4 (65.9,81.3)	71.7 (61.9,79.8)	85.1 (64.8, 94.7)
Number of diseases			
From 0 to 1	35.2 (27.2,44.0)	35.3 (26.4,45.4)	34.6 (18.2,55.7)
From 2 to 4	46.4 (37.7,55.2)	47.4 (37.6,57.4)	42.3 (24.1,62.7)
More than 4	18.4 (12.4,26.2)	17.1 (10.8,26.0)	23.0 (10.1, 44.3)
Anthropometric variables	Me (p25, p75)	Me (p25, p75)	Me (p25, p75)
Age (years)	71 (66,77)	71 (66,77)	72 (66,78)
Weight (kg)	62.3 (56.4,71.0)	61.3 (53.8,67.1)	72.1 (66.0,79.0) *
Height (cm)	151.9 (147.1,157.7)	149.7 (146.6,154.0)	163.5 (159.1,169.1) *
Body mass index (kg/m ²)	26.7 (24.6,28.9)	27.0 (24.4,29.1)	26.1 (24.6,28.6)
Body Fat Percentage (%)	40.5 (35.4,44.1)	41.8 (38.3,45.1)	31.4 (25.3,37.9) *
Calf circumference (cm)	33.0 (31.1,35.0)	32.9 (31.0,34.9)	33.8 (32.1,35.5)
Mid-upper arm circumference (cm)	29.9 (28.0,31.8)	29.8 (27.8,31.9)	30.1 (28.6,31.5)
Musculoskeletal index (kg/m ²)	8.5 (7.9,9.3)	8.3 (7.7,8.7)	9.9 (9.4,10) *
Physical performance variables			
Gait speed (m/s)	0.9 (0.7, 1.1)	0.8 (0.7,1.1)	0.9 (0.8, 1.1)
Grip strength (kg)	21.1 (17.6, 25.6)	19.8 (16.5, 22.0)	29.6 (27.1, 34.8) *

%(95% CI): Proportion and confidence interval to 95%; Me (p25, p75): Median and percentile.

* $p < 0.01$ with the Mann-Whitney U-test.

(149.7 cm, p25:146.6, p75:154.0) ($p < 0.01$). The group had a median BMI of 26.7 kg/m² (p25:24.6, p75:28.9), and no difference was found by sex. Women had a higher BFP (41.8%, p25:38.3, p75:45.1) than men (31.4%, p25:25.3, p75:37.9) ($p < 0.01$). Participants had a median CC of 33.0 cm (p25:31.1, p75:35.0) and the median MUAC was 29.9 cm (p25:28.0, p75:31.8), without significant differences between sexes. The musculoskeletal index among men showed a median of 9.9 kg/m² (p25:9.4, p75:10.4) and a higher median among women (8.3 kg/m², p25:7.7, p75:8.7) ($p < 0.01$). The median gait speed was 0.9 m/s (p25:0.7, p75:1.1), without significant differences between men and women. Grip strength was higher in men (29.6 kg, p25:27.1, p75:34.8) than in women (19.8 kg, p25:16.5, p75:22.0) ($p < 0.05$) (Table 1).

Nutritional status and physical performance

Out of all the older adults, 80.8% were diagnosed with obesity, more frequently in women than in men ($p < 0.001$). Slow gait speed was present in 34.4% of participants, without significant differences by sex. Sarcopenia was diagnosed in 18.4% of the older adults, more frequently in women than in men ($p < 0.05$), and 52.8% of the group were diagnosed with dynapenia, without significant differences by sex. Finally, the DO frequency was 51.5% and 11.5% in women and men, respectively ($p < 0.001$) (Fig. 2).

Association between gait speed and dynapenic obesity

In the final logistic regression model, it was found that older adults with slow GS have 3.4 times the risk of having DO (95% CI= 1.41-8.30), controlling for the variables of age and sex ($p < 0.01$), while in women with low GS the risk of having DO was 8.4 times higher (95% IC=2.16-33.12). The post-estimation test showed an adequate model adjustment (Chi2=0.78) (Table 2).

Discussion

This research discovered evidence that diminished GS can predict a risk of DO in older ambulatory Mexican adults, strengthening the hypothesis of a direct association between slow GS and the risk of DO. Another study conducted among 65-year-old Portuguese older adults reported that in overweight or obese women, the probability of slow GS was approximately 2 and 4 times higher respectively; in men the risk was reduced by half.²³ This association has been found to be stronger when the older adult is at risk of malnutrition, particularly women, and it has been observed that as BFP increases, older adults have better GS.^{23,24} This shows that these altered states of nutrition, whether deficiencies or excesses, affect this age group's

Table 2

Association between gait speed and dynapenic obesity in older ambulatory Mexican adults.

Parameter	OR (95% CI)	p value
Gait speed		0.006
Normal	1	
Slow	3.42 (1.41,8.30)	
Age	1.10 (1.03,1.17)	0.005
Sex		0.002
Men	1	
Women	8.4 (2.16,33.12)	

Logistic regression model adjusted for age and sex. OR = odds ratio on the data scale; CI = 95% confidence interval; we considered p values <0.05.

physical performance. Adiposity has a clear impact on older adults' muscle function; one study of this age group with dynapenia in Taiwan, using the same parameters as our study (BFP >30% in women and >25% in men and the GS and dynapenia parameters proposed by the EWGSOP), showed that the use of BFP, evaluated using bioimpedance analysis, had a better prediction for estimating low GS and low muscle function. That study concluded that dynapenia together with obesity create a higher risk for adverse events, and that older adults with low GS also have high obesity indicators.²⁵

Among Canadian and Taiwanese older adults, transversal studies have looked at DO levels with BFP using DEXA and its association with lower limb function (measured using knee flexion and dynamometry). These studies have reported a higher risk of diminished GS and mobility handicaps in older adults with DO when compared to older adults with just dynapenia or just obesity.^{13,16} The same thing was observed in older ambulatory adults from London without mobility limits, finding that, with respect to GS, dynapenic abdominal obesity is worse than only dynapenia or only obesity.²⁶ This can be explained by the fact that the metabolically active visceral fat increases the pro-inflammatory cytokines. It also increases the tumor necrosis factor-alpha, which contributes to the development and progression of sarcopenia and dynapenia,²⁷ owing to the infiltration of fat in the skeletal muscle. This can coincide with metabolic alterations, physical limitations and a decrease in muscle strength in older adults.²⁵

Various studies have reinforced the importance of measuring dynapenia, because they have shown that it can be a predisposition factor for skeletal muscle mass weakening,^{10,12,28} mainly because muscular function is more sensitive to nutritional privation and reacts before changes in body composition.²⁹ It has been observed that in older adults without apparent mobility problems, this weakening was probably the key to identify individuals at risk for suffering future physical performance limitations.³⁰

There are currently two operational definitions used to evaluate the combination of dynapenia and obesity (DO), either evaluated

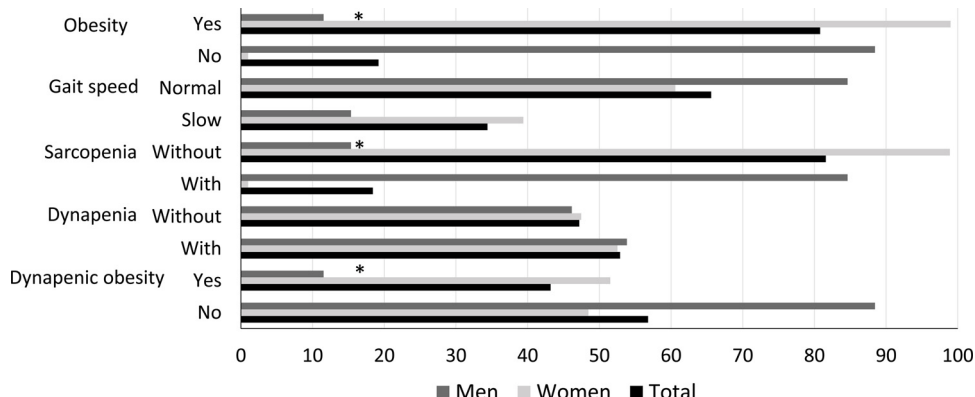


Fig. 2. Frequency of obesity, gait speed, sarcopenia, dynapenia and dynapenic obesity in older Mexican ambulatory adults. * $p < 0.05$ between sex using chi-square test.

using BFP and BMI, or by evaluating dynapenic abdominal obesity. However, both conditions can be present independently as a natural part of aging.¹² Our study showed that DO evaluated using BFP is associated with diminishing GS, which we did not observe in DO measured using BMI. This is because there is a variation in fat mass between individuals who may have the same BMI value but may have differences in their BFP.³¹ Although BMI and waist circumference have been used to define obesity and central obesity, they are not a precise measurement of total body fat mass,³² which is why we believe that evaluating DO using BFP is one of the strong points of our research.

Almost all of the participants were obese (80.8%), and more than half were diagnosed with dynapenia (52.8%). These results are in line with previous studies in which older adults had higher BMI, waist circumference and fat mass, indicating that those diagnosed with obesity would have a higher probability of having dynapenia.^{25,33} Additionally, other authors have shown that these same markers of obesity increased the risk of frailty in older adults.³⁴

Data on Mexican older adults show that approximately 40% have had fewer than five years of primary school and that approximately 70% live with another person, similar to the percentage found in our studied sample.³⁵ It has been reported that 47.9% of older adult Mexicans do not report having any of the primary diseases (hypertension, diabetes, pulmonary disease, etc.); this figure was higher than the percentage found in our sample (35.2%). National data regarding access to medical services and retirement pensions show that access is higher among men than women; our sample showed the same tendency.³⁶ In sum, the sample of older ambulatory adults studied has various similar characteristics to the population of older adults in Mexico.

The use of GS evaluation is considered to be a reliable tool in clinical practice when treating older adults.³⁷ It is an objective, simple and quick parameter to use, sensitive to the changes caused by the aging process.³⁸ That is why our study considers diminished GS to be a predictor of dynapenic obesity, coinciding with various studies that have confirmed an association between gait speed, fat mass, and muscular weakness.^{39–42} Gait speed should be considered an important indicator in the integral evaluation of older adults, in order to make timely interventions to avoid dependence, frailty and mortality in this age group.⁴³

This study has some limitations. Because it has a transversal design, it was unable to establish causality. However, we were able both to establish the magnitude of the association and also to compare our results with other research that point in the same direction, although with some caution due to the different methodologies and cutoff points used to define dynapenia and obesity. Lastly, the size of our sample is another limitation; in future studies it would be important to use a broader sample, and include both institutionalized and ambulatory older adults, since the impact and prevalence of DO could be different in Mexico it has been demonstrated that there is significant neglect of the dependent population, especially in the area of physical rehabilitation.⁴⁴

In conclusion, slow gait speed in older ambulatory adults is shown to be a useful indicator, with the potential to identify nutritional problems such as dynapenic obesity. This highlights the importance of including functional capacity tests in health and nutrition primary care services.

Declaration of Competing Interest

None.

CRediT authorship contribution statement

Christian J. Flores-Pérez: Investigation, Formal analysis, Software, Writing – original draft. **Lilia V. Castro-Porras:** Formal

analysis, Software, Writing – original draft. **Guadalupe López-Rodríguez:** Supervision, Validation, Writing – review & editing. **Marcos Galván:** Conceptualization, Methodology, Writing – original draft, Visualization.

Acknowledgments

We are grateful to the team of nutritionists at the 2019 Program of Young People Building the Future (*Programa Jóvenes Construyendo el Futuro*) and the Hidalgo Institute for Older Adults (*Instituto para la Atención de las y los Adultos Mayores del Estado de Hidalgo*, IAAMEH) for their willingness and for giving us access to their care centers.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

References

- Lord SR, Delbaere K, Sturmeiers DL. Aging. *Handb Clin Neurol*. 2018;159:157–171. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00010-0>.
- Guerrero-Castañeda RF, Albañil Delgado S, Jiménez González MDJ. Percepción de beneficios y barreras para la práctica del ejercicio en adultos mayores mexicanos. *Rev Kairós Gerontol*. 2020;23(4):9–26. <https://doi.org/10.23925/2176-901x.2020v23i4p9-26>.
- Wong R, Michaels-Obregón A, Palloni A, et al. Progression of aging in Mexico—The Mexican health and aging study (MHAS) 2012. *Salud Publica Mex*. 2015;57:S79–S89. <https://doi.org/10.21149/spm.v57s1.7593>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Perfil sociodemográfico de adultos mayores*. INEGI; 2014. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825056643>. Accessed 31 March 2022.
- United Nations. World population prospects 2019—Highlights. <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-2019-highlights.html>; 2019 Accessed 03 March 2022.
- Perez-Zepeda M, Rodríguez M, Wong R. Aging in Mexico: Frailty. *MHAS Fact Sheet*. 2020;1(20):1–2. http://www.mhasweb.org/images/MHASFactSheet_Frailty_Eng.pdf. Accessed 31 March 2022.
- Rodríguez M, Wong R. Aging in Mexico: Obesity. *MHAS Fact Sheet*. 2019;1(19):1–2. http://www.enasem.org/MHAS_AgingInMexico.pdf. Accessed 31 March 2022.
- Scott D, Daly RM, Sanders KM, Ebeling PR. Fall and fracture risk in sarcopenia and dynapenia with and without obesity—The role of lifestyle interventions. *Curr Osteoporos Rep*. 2015;13(4):235–244. <https://doi.org/10.1007/s11914-015-0274-z>.
- Jura M, Kozak LP. Obesity and related consequences to ageing. doi:10.1007/s11357-016-9884-3.
- Manini TM, Clark BC. Dynapenia and aging—An update. *Journals Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2012;67 A(1):28–40. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr010>.
- Lombardo M, Boaria A, Aulisa G, et al. Sarcopenic obesity—Etiology and lifestyle therapy. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2019;23(16):7152–7162. https://doi.org/10.26355/eurrev.201908_18761.
- Rossi AP, Fantin F, Caliarì C, et al. Dynapenic abdominal obesity as predictor of mortality and disability worsening in older adults—A 10-year prospective study. *Clin Nutr*. 2016;35(1):199–204. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2015.02.005>.
- Chain A, Faerstein E, Wahrlich V, Bezerra FF. Obesity, dynapenia, and their combination—Implications for bone mineral density in Brazilian adults—The Pró-Saúde study. *Nutrition*. 2021;81: 110898. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.110898>.
- Cuthbertson DJ, Bell JA, Ng SY, et al. Dynapenic obesity and the risk of incident Type 2 diabetes—The English longitudinal study of ageing. *Diabet Med*. 2016;33(8):1052–1059. <https://doi.org/10.1111/dme.12991>.
- Máximo R de O, Santos JLF, Perracini MR, et al. Abdominal obesity, dynapenia and dynapenic-abdominal obesity as factors associated with falls. *Braz J Phys Ther*. 2019;23(6):497–505. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.10.009>.
- Bouchard DR, Janssen I. Dynapenic-obesity and physical function in older adults. *Journals Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2010;65(1):71–77. <https://doi.org/10.1093/gerona/glp159>.
- Yang M, Jiang J, Hao Q, Luo L, Dong B. Dynapenic obesity and lower extremity function in elderly adults. *J Am Med Dir Assoc*. 2015;16(1):31–36. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.06.019>.
- Jiménez-Redondo S, Miguel BB, Gómez-Pavón J, Cuadrado C. Food consumption and risk of malnutrition in community-dwelling very old Spanish adults (≥ 80 years). *Nutr Hosp*. 2016;44(3):572–579. [10.20960/nh.263](https://doi.org/10.20960/nh.263).
- Lera L, Sánchez H, Ángel B, Albala C. Mini Nutritional Assessment short-form—Validation in five Latin American cities. SAGE study. *J Nutr Heal Aging*. 2016;20(8):797–805. <https://doi.org/10.1007/s12603-016-0696-z>.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia—European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>.

21. Bray G, Bouchard C, James WPT. Definitions and proposed current classifications of obesity. *Handbook of Obesity*. New York: Marcel Dekker; 1998:31–40. <https://ci.nii.ac.jp/naid/10010804926/>. Accessed 31 March 2022.
22. Middleton A, Fritz SL, Lusardi M. Walking speed—The functional vital sign. *J Aging Phys Act*. 2015;23(2):314–322. <https://doi.org/10.1123/japa.2013-0236>.
23. Mendes J, Borges N, Santos A, et al. Nutritional status and gait speed in a nationwide population-based sample of older adults. *Sci Rep*. 2018;8(1):1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22584-3>.
24. Chatindiara I, Williams V, Sycamore E, Richter M, Allen J, Wham C. Associations between nutrition risk status, body composition and physical performance among community-dwelling older adults. *Aust N Z J Public Health*. 2019;43(1):56–62. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.12848>.
25. Kao TW, Peng TC, Chen WL, et al. Impact of adiposity on muscle function and clinical events among elders with dynapenia, presarcopenia and sarcopenia—A community based cross-sectional study. *Aging (Albany NY)*. 2021;13(5):7247–7258. <https://doi.org/10.18632/aging.202581>.
26. de Oliveira Máximo R, de Oliveira DC, Ramírez PC, et al. Dynapenia, abdominal obesity or both—Which accelerates the gait speed decline most? *Age Ageing*. 2021;50:1616–1625. <https://doi.org/10.1093/ageing/afab093>.
27. Zamboni M, Rubele S, Rossi AP. Sarcopenia and obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2019;22(1):13–19. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000519>.
28. Alexandre TDS, Scholes S, Ferreira Santos JL, Duarte YAO, de Oliveira C. The combination of dynapenia and abdominal obesity as a risk factor for worse trajectories of IADL disability among older adults. *Nutr Clin*. 2017;37(6):2045–2053. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.09.018>.
29. Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, Schulzke JD, Pirlich M. Hand grip strength—Outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr*. 2011;30(2):135–142. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2010.09.010>.
30. McLean RR, Shardell MD, Alley DE, et al. Criteria for clinically relevant weakness and low lean mass and their longitudinal association with incident mobility impairment and mortality—The foundation for the national institutes of health (FNIH) sarcopenia project. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(5):576. <https://doi.org/10.1093/GERONA/GLU012>.
31. Smalley KJ, Knerr AN, Kendrick ZV, Colliver JA, Owen OE. Reassessment of body mass indices. *Am J Clin Nutr*. 1990;52(3):405–408. <https://doi.org/10.1093/ajcn/52.3.405>.
32. Han S, Gan D, Wang G, et al. Associations of platelet indices with body fat mass and fat distribution. *Obesity*. 2018;26(10):1637–1643. <https://doi.org/10.1002/oby.22294>.
33. Stenholm S, Alley D, Bandinelli S, Griswold ME, et al. The effect of obesity combined with low muscle strength on decline in mobility in older persons—Results from the InCHIANTI Study. *Int J Obes (Lond)*. 2009;33(6):635–644. <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.62>.
34. Xu L, Zhang J, Shen S, et al. Association between body composition and frailty in elder inpatients. *Clin Interv Aging*. 2020;15:313–320. <https://doi.org/10.2147/CIAS243211>.
35. INEGI. Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México 2018. <https://www.inegi.org.mx/programas/enasem/2018/>. 2018 Accessed 13 March 2021.
36. Villareal H, Macías A. El sistema de pensiones en México; Institucionalidad, gasto público y sostenibilidad financiera. *Serie Macroeconomía del Desarrollo*. 2020: (210):1–74. <http://hdl.handle.net/11362/45820>. Accessed 31 March 2022.
37. Afilalo J, Mottillo S, Xue X, et al. Frailty and adverse outcomes in older adults being discharged from the emergency department—A prospective cohort study. *Can J Emerg Med*. 2019;22(1):65–73. <https://doi.org/10.1017/cem.2019.431>.
38. Kirkwood RN, Araújo PA, Dias CS. Biomecânica da marcha em idosos caídores e não caídores—Uma revisão da literatura. *R. bras. Ci e Mov*. 2006;14(4):103–110. <https://doi.org/10.18511/rbcm.v14i4.722>.
39. Alexandre TDS, Corona LP, Nunes DP, Santos JLF, Duarte YAO, Lebrão ML. Similarities among factors associated with components of frailty in elderly—SABE Study. *J Aging Health*. 2014;26(3):441–457. <https://doi.org/10.1177/0898264313519818>.
40. Binotto MA, Lenardt MH, Rodríguez-Martínez M del C. Physical frailty and gait speed in community elderly—A systematic review. *Rev da Esc Enferm*. 2018;52:1–16. doi:10.1590/S1980-220X2017028703392.
41. Falsarella GR, Gasparotto LPR, Barcelos CC, et al. Body composition as a frailty marker for the elderly community. *Clin Interv Aging*. 2015;10:1661–1667. <https://doi.org/10.2147/CIAS.S84632>.
42. Sheehan KJ, O'Connell MDL, Cunningham C, Crosby L, Kenny RA. The relationship between increased body mass index and frailty on falls in community dwelling older adults. *BMC Geriatr*. 2013;13(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2318-13-132>.
43. Jotheeswaran AT, Bryce R, Prina M, et al. Frailty and the prediction of dependence and mortality in low- and middle-income countries—A 10/66 population-based cohort study. *BMC Med*. 2015;13(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0378-4>.
44. Meza J. La institucionalización de los adultos dependientes. Características de la atención pública a nivel nacional y en Nuevo León. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*. 2017;14(48):95–119. <https://doi.org/10.26457/recein.v14i48.1456>.